



Departamento de Ingeniería Eléctrica

- Sección de Vilanova i la Geltrú -



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Estudio comparativo de los sistemas domóticos KNX-EIB y Z-Wave Plus aplicados a instalaciones eléctricas domésticas más usuales.

Autor: Xavi Riu

Titulación: Grado en Ingeniería Eléctrica

Director: Balduí Blanqué Molina

Departamento: Ingeniería Eléctrica

Fecha: 1 de Julio de 2016

TRABAJO FINAL DE GRADO



1. Resumen

En el presente proyecto se ha realizado un estudio comparativo de dos sistemas domóticos, el KNX-EIB y el Z-Wave Plus, para que esta comparativa pueda ser útil para el mayor número de personas, se realizará en dos instalaciones de diferentes grados de electrificación.

La finalidad, es que los usuarios que deseen adquirir cualquiera de ellos o si tiene dudas entre estos, pueda resolverlas con esta comparativa.

En primer lugar, se ha introducido el sistema KNX-EIB en el que se explica la estructura del sistema, los principios de funcionamiento y un resumen de su programación. Posteriormente se ha realizado el mismo análisis con el sistema Z-Wave Plus con el fin de conocer en profundidad ambos sistemas.

Después de conocer ambos sistemas, realizaremos una primera comparativa dónde se destacan los puntos fuertes y débiles, independientemente del tipo de instalación o de la ubicación donde se desee instalar cualquiera de ellos.

En el siguiente punto, se ha presupuestado el coste de una instalación eléctrica con electrificación básica en una vivienda común, a este presupuesto se le ha añadido la instalación de un sistema domótico y seguidamente el otro sistema, de esta forma, será posible realizar una comparativa económica con idénticas prestaciones, con estos datos, se ha realizado además un estudio de la amortización.

Del mismo modo se ha realizado otro presupuesto, pero en este caso en una vivienda común de electrificación elevada, con el fin de disponer de los dos tipos de instalaciones más comunes y reflejar la ventaja económica que representa un sistema domótico respecto al otro.

Finalmente, se ha realizado una serie de conclusiones sobre esta comparativa, en la que se cuestionan algunas de las motivaciones utilizadas para justificar la adquisición de uno de los sistemas domóticos analizados en este estudio.

Palabras Clave

Sistema domótico	KNX-EIB	domótica	Economía
Z-Wave Plus	Comparativa	vivienda	precio

Abstract

In this project there has been a comparative study of two systems home automation, the KNX-EIB and Z-Wave Plus, so this comparison can be useful for the greatest number of people, held at two facilities of varying degrees of electrification.

The aim is that users who wish to acquire any of them or if you have doubts among these, you can resolve them using this comparison.

First of all, entered the KNX-EIB system which explains the structure of the system, principles of operation and a summary of its programming. Then done the same analysis with the Z-Wave Plus system in order to know in depth both systems.

After meeting both systems, will carry out a comparative first highlighting strengths and weaknesses, regardless of the type of installation or location where you want to install any of them.

On the next point, the cost of an electrical installation with basic electrification in a common, this House is budgeted budget has been added a home automation system installation and then another system, in this way, it will be possible to perform a comparative economic with identical features, with these data, there has been also a study of depreciation.

Another budget has been in the same way, but in this case in a common housing of high electrification, in order to dispose of the two types of common facilities and reflect the economic advantage that represents a system automation regarding the other.

Finally, done a series of conclusions on this comparison, in which it questioned some of the reasons used to justify the acquisition of one of the systems home automation analyzed in this study.

Keywords

home automation systems	KNX-EIB	home automation	economy
Z-Wave Plus	Comparative	Living place	price



Agradecimientos

Me gustaría agradecer en primer lugar a mis padres por haberme dado la oportunidad de realizar la carrera de ingeniería eléctrica y por haber confiado en mí.

También me gustaría agradecer a todo el profesorado del EPSEVG por las enseñanzas y conocimientos que he adquirido de ellos durante estos años.

Por último agradezco la colaboración a todas las personas que hayan participado de forma directa o indirecta en la realización de esta comparativa.

Sumario

1. RESUMEN	2
2. OBJETIVOS.....	9
2.1 MOTIVACIÓN.....	9
2.2 JUSTIFICACIÓN	9
2.3 OBJETIVOS	10
2.4 ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO	11
3. INTRODUCCIÓN A LA DOMÓTICA	12
3.1 BASADOS EN CORRIENTES PORTADORAS:.....	12
3.2 BASADOS EN PROTOCOLOS ESTÁNDAR:	12
3.3 BASADOS EN AUTÓMATAS PROGRAMABLES O PLC'S:	13
3.4 BASADOS EN LA COMUNICACIÓN INALÁMBRICA:.....	13
4. INTRODUCCIÓN AL SISTEMA KNX-EIB	14
4.1 ESTRUCTURA DEL SISTEMA KNX-EIB	14
4.1.1 Líneas	14
4.1.2 Zonas.....	15
4.2 COMPONENTES DEL SISTEMA KNX-EIB	15
4.2.1 Fuente de alimentación	16
4.2.2 Filtro.....	16
4.2.3 Acoplador de línea, zona i repetidores.....	17
4.2.4 Acoplador de Bus	17
4.2.5 Controlador de acoplamiento	18
4.2.6 Módulo de comunicación.....	18
4.2.7 Bloque de conexión al bus.....	18
4.2.8 Sensores	19
4.2.9 Actuadores.....	20
4.2.10 Módulo de programación ETS (EIB Tool Software)	21
4.2.11 Otros dispositivos.....	21
4.3 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA KNX-EIB	22
4.3.1 El procedimiento CSMA/CA.....	22
4.3.2 Telegramas	23
4.3.3 Grupos y subgrupos	24
4.4 RESUMEN DE LA PROGRAMACIÓN Y CONEXIONES DEL SISTEMA KNX-EIB	25
4.4.1 Paso 1: Creación del proyecto.....	25
4.4.2 Paso 2: Importar los productos.....	25
4.4.3 Paso 3: Parametrización	26
4.4.4 Paso 4: Puesta en marcha.....	26
4.4.5 Paso 5: Comprobación	26
5. INTRODUCCIÓN AL SISTEMA Z-WAVE PLUS.....	27
5.1 ESTRUCTURA DEL SISTEMA Z-WAVE PLUS	28
5.2 COMPONENTES DEL SISTEMA Z-WAVE PLUS	30
5.2.1 Esclavos.....	30
5.2.2 Controladores	30
5.2.3 Sensores	31
5.2.4 Actuadores.....	33
5.3 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA Z-WAVE PLUS.....	33
5.3.1 Protocolo Z-wave	33
5.3.2 Capa MAC.....	34

5.3.3 Capa de transporte	34
5.4.4 Capa de enrutado.....	36
5.4 GESTIÓN DE ESCLAVOS DENTRO DE LA RED	37
5.4.1 Inclusión	37
5.4.2 Exclusión	37
5.4.3 Asociaciones.....	38
5.4.4 Grupos.....	39
5.4.5 Escenas	39
5.4.6 Comparación entre grupos, escenas y Asociaciones.....	40
5.5 CLASES DE DISPOSITIVOS SEGÚN COMANDOS DEL SISTEMA Z-WAVE PLUS	40
5.6 RESUMEN DE LA PROGRAMACIÓN Y CONEXIONES DEL SISTEMA Z-WAVE PLUS	41
5.6.1 Paso 1: Adquisición del programa controlador del centro de control.....	41
5.6.2 Paso 2: Agregar dispositivos	41
5.6.3 Paso 3: Parametrización	42
6. COMPARATIVA TÉCNICA DE AMBOS SISTEMAS DOMÓTICOS.....	43
6.1 SISTEMA KNX- EIB	43
6.1.2 Puntos fuertes:.....	43
6.1.3 Puntos débiles:.....	45
6.2 SISTEMA Z-WAVE	46
6.2.1 Puntos fuertes:.....	46
6.2.2 Puntos débiles:.....	48
6.3 CONCLUSIONES	49
7. COMPARATIVA EN UNA VIVIENDA DE ELECTRIFICACIÓN BÁSICA	50
7.1 DATOS DE LA VIVIENDA CON UN GRADO DE ELECTRIFICACIÓN BÁSICA:	51
7.2 DATOS ELÉCTRICOS DE LA VIVIENDA CON UN GRADO DE ELECTRIFICACIÓN BÁSICA:	51
7.3 PLANOS DE LA VIVIENDA CON UN GRADO DE ELECTRIFICACIÓN BÁSICA:	52
7.3.1 Plano por estancias de la vivienda.....	52
7.3.2 Plano eléctrico unifilar de la vivienda	53
7.4 CONCLUSIONES DE LA COMPARATIVA EN UNA VIVIENDA DE ELECTRIFICACIÓN BÁSICA.....	54
8. COMPARATIVA EN UNA VIVIENDA DE ELECTRIFICACIÓN ELEVADA	57
8.1 DATOS DE LA VIVIENDA CON UN GRADO DE ELECTRIFICACIÓN ELEVADA:	58
8.2 DATOS ELÉCTRICOS DE LA VIVIENDA CON UN GRADO DE ELECTRIFICACIÓN ELEVADA:.....	58
8.3 PLANOS DE LA VIVIENDA CON UN GRADO DE ELECTRIFICACIÓN ELEVADA:	59
8.3.1 Plano por estancias de la vivienda.....	59
8.3.2 Planos eléctricos de la vivienda con un grado de electrificación elevada:.....	61
8.4 CONCLUSIONES DE LA COMPARATIVA EN UNA VIVIENDA DE ELECTRIFICACIÓN ELEVADA	63
9 CONCLUSIONES FINALES	66
BIBLIOGRAFÍA	68
REFERENCIAS ELECTRÓNICAS	68
REFERENCIAS TÉCNICAS	68
CATÁLOGOS	68
ARTÍCULOS	68
ANEXOS	69
ANEXO.1 CABLEADO Y TOPOLOGÍA DEL SISTEMA KNX-EIB.....	69
ANEXO.2 SIMBOLOGÍA DEL SISTEMA EIB	71
ANEXO.3 CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA KNX-EIB	72
Anexo.3.1 Asignación de direcciones físicas	72

<i>Anexo.3.2 Parametrización</i>	74
ANEXO.4 PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA KNX-EIB	75
<i>Anexo. 4.1 Menú principal</i>	75
<i>Anexo. 4.2 Menú de configuración</i>	76
<i>Anexo. 4.3 Menú de diseño del proyecto</i>	76
<i>Anexo. 4.4 Menú de puesta en marcha</i>	77
<i>Anexo. 4.5 Menú de administración del proyecto</i>	77
<i>Anexo. 4.6 Menú de administración de productos</i>	78
ANEXO.5 CAPA DE APLICACIÓN Y CLASES DE COMANDOS.....	79
<i>Anexo. 5.1 Clases de comando</i>	79
ANEXO.6 ESTUDIO DE LAS VIVIENDAS SEGÚN FECHA DE CONSTRUCCIÓN EN ESPAÑA	80
<i>Anexo. 6.1 Estudio en caso de pisos o viviendas construidas hasta 1980</i>	80
<i>Anexo. 6.1.1 Aspectos generales</i>	81
<i>Anexo. 6.1.2 Aspectos económicos</i>	81
<i>Anexo. 6.2 Estudio en caso de pisos o viviendas construidas entre 1981 y 2011</i>	81
<i>Anexo. 6.2.1 Aspectos generales</i>	81
<i>Anexo. 6.2.2 Aspectos Económicos</i>	82
<i>Anexo. 6.3 Estudio en casos de pisos o viviendas de nueva construcción</i>	82
<i>Anexo. 6.3.1 Aspectos generales</i>	82
<i>Anexo. 6.3.2 Aspectos económicos</i>	82
ANNEXO.7 CÁLCULO DE LA POTENCIA PREVISTA PARA UNA VIVIENDA DE ELECTRIFICACIÓN BÁSICA	83
ANNEXO.8 CÁLCULO DE LA POTENCIA PREVISTA PARA UNA VIVIENDA DE ELECTRIFICACIÓN ELEVADA.....	83
ANNEXO.9 PRESUPUESTO DE UNA INSTALACIÓN EN UNA VIVIENDA DE ELECTRIFICACIÓN BÁSICA	84
ANNEXO.10 PRESUPUESTO DE UNA INSTALACIÓN EN UNA VIVIENDA DE ELECTRIFICACIÓN BÁSICA CON EL SISTEMA KNX-EIB	87
ANNEXO.11 PRESUPUESTO DE UNA INSTALACIÓN EN UNA VIVIENDA DE ELECTRIFICACIÓN BÁSICA CON EL SISTEMA Z-WAVE PLUS	93
ANNEXO.12 PRESUPUESTO DE UNA INSTALACIÓN EN UNA VIVIENDA DE ELECTRIFICACIÓN ELEVADA	99
ANNEXO.13 PRESUPUESTO DE UNA INSTALACIÓN EN UNA VIVIENDA DE ELECTRIFICACIÓN ELEVADA CON EL SISTEMA KNX-EIB	103
ANNEXO.12 PRESUPUESTO DE UNA INSTALACIÓN EN UNA VIVIENDA DE ELECTRIFICACIÓN ELEVADA CON EL SISTEMA Z-WAVE PLUS	111

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 ESQUEMA DE LÍNEA	15
FIGURA 2 FUENTE DE ALIMENTACIÓN	16
FIGURA 3 FILTRO	16
FIGURA 4 ACOPLADOR DE BUS.....	17
FIGURA 5 ESQUEMA DE CONEXIÓN AL BUS	17
FIGURA 6 MICROCONTROLADOR	18
FIGURA 7 MÓDULO DE COMUNICACIÓN.....	18
FIGURA 8 ACTUADOR.....	20
FIGURA 9 MÓDULO VÍA RADIO.....	21
FIGURA 10 ESQUEMA DE CONEXIONADO A LA RED ELÉCTRICA Y AL BUS.....	23
FIGURA 11 ESQUEMA DE CONEXIONADO AL BUS.....	23
FIGURA 12 SECUENCIA DE ENVÍO DE UN TELEGRAMA	24
FIGURA 13 EJEMPLO DE CONEXIÓN DE PULSADORES Y BOMBILLAS.....	24
FIGURA 14 EJEMPLO DE CONEXIÓN DE SENSORES Y BOMBILLAS.....	25
FIGURA 15 ESQUEMA DE COMUNICACIONES	28
FIGURA 16 CONTROLADOR ESTÁTICO VERA 3.	30
FIGURA 17 CONTROLADOR PORTÁTIL MODELO Z-URC.	31
FIGURA 18 UNIDAD DE CONTROL CENTER LITE DE FIBARO	31
FIGURA 19 TORRE DE PROTOCOLOS DE Z-WAVE	33
FIGURA 20 SECUENCIA DE ENVÍO DE UNA TRAMA MAC.....	34
FIGURA 21 FORMATO DE TRAMA DE NIVEL DE TRANSPORTE	34
FIGURA 22 EJEMPLO DE ENVÍO DE TRAMA	35
FIGURA 23 TRAMA MULTICAST.....	35
FIGURA 24 TRAMA DE DIFUSIÓN	36
FIGURA 25 PROGRAMA FIBARO	42
FIGURA 26 GRÁFICO DE PORCENTAJE DE VIVIENDAS SEGÚN AÑO DE CONSTRUCCIÓN	50
FIGURA 27 CABLE CONDUCTOR PYCYM	69
FIGURA 28 TABLA DE SIMBOLOGÍA.....	71
FIGURA 29 DIRECCIÓN FÍSICA	72
FIGURA 30 ESQUEMA DE DIRECCIONES	73
FIGURA 31 MENÚ PRINCIPAL.....	75
FIGURA 32 MENÚ DE CONFIGURACIONES.....	76
FIGURA 33 MENÚ DE DISEÑO DE PROYECTO	77
FIGURA 34 MENÚ DE PUESTA EN MARCHA.....	77
FIGURA 35 MENÚ DE ADMINISTRACIÓN DE PROYECTO	77
FIGURA 36 MENÚ DE ADMINISTRACIÓN DE PRODUCTO.....	78
FIGURA 37 FORMATO DE MENSAJE CON COMANDOS	79
FIGURA 38 TABLA DE PORCENTAJE DE VIVIENDAS SEGÚN AÑO DE CONSTRUCCIÓN	80

2. Objetivos

2.1 Motivación

La domótica empezó estando al alcance de muy pocos debido a su elevado coste, es posible que por este motivo hasta hace una década aproximadamente, se conocía poco sobre la domótica aplicada a la vivienda.

Generalmente la domótica estaba dirigida a viviendas adaptadas, comercios, industrias, edificios públicos, etc.

Paulatinamente la domótica se ha ido adaptando a las necesidades de la población, también ha ido cambiando los métodos de comunicación entre sus elementos y con toda una serie de mejoras se ha ido comercializando a un precio cada vez más económico en las viviendas.

La Domótica ha experimentado una considerable evolución a nivel tecnológico, ya que los sistemas de automatización y control cada vez son más fáciles de instalar, pueden realizar más funciones y son de manejo más sencillo. Además, la rápida evolución de las Tecnologías de la información y la comunicación ha propiciado que los sistemas de automatización y control puedan controlarse remotamente a través de dispositivos móviles como tabletas, teléfonos u ordenadores portátiles.

También se ha avanzado mucho en la integración de sistemas que funcionan con protocolos de comunicaciones distintos o para ampliarlos según las necesidades del cliente.

Todos estos progresos han generado que los sistemas domóticos se puedan instalar en cualquier tipo de vivienda o edificio: protección oficial, vivienda libre, de nueva construcción, con una instalación eléctrica existente, unifamiliares, aisladas, adosadas o en bloque.

Por estos motivos, hoy en día, disponemos de un amplio abanico de tipos de sistemas domóticos al alcance de la mayoría de la población, según sus necesidades y posibilidades económicas.

2.2 Justificación.

En los últimos años se ha observado que la demanda de sistemas de control y automatización están experimentando un cambio destacable: si tradicionalmente las funciones de los sistemas de control y automatización que más demandaba el cliente estaban relacionadas con el confort o la seguridad, actualmente se están empezando a demandar otras funciones que permiten una reducción de la inversión inicial y la obtención de ahorros energéticos.

Algunos de los sistemas más comercializados según CEDOM, la asociación española de domótica, indica que el sistema KNX-EIB es uno de los más vendidos en el período 2012-2014. Sin embargo, cada vez está más presente en los medios de comunicación, que el futuro de la domótica está basado en la tecnología inalámbrica.

Esta nueva comunicación inalámbrica, no es demasiado conocida en España pero se está imponiendo paulatinamente con éxito y aunque es cierto que presenta algunas ventajas, también tiene algunos inconvenientes, tal y como se verá. Esta comparativa, propone estudiar

las instalaciones domésticas susceptibles de ser domotizadas, enfocando el estudio, no solamente en el análisis, sino en obtener conclusiones de cuando es conveniente usar una u otra.

2.3 Objetivos

El objetivo principal de esta comparativa es la de obtener conclusiones sobre ambos sistemas domóticos, en dos escenarios distintos, los cuales se cree que pueden ser identificados como los susceptibles de ser domotizadas, por el perfil de usuario, consumo, tamaño, etc.

Uno de los escenarios es una vivienda de nivel económico medio con una instalación eléctrica con grado de electrificación básica y el otro escenario es de nivel económico alto con una instalación eléctrica con grado de electrificación elevada.

Con tal de que esta comparativa sea útil para el mayor número de casos posibles, se realiza además, una comparativa técnica analizando los puntos fuertes y débiles independientemente del nivel económico o del grado de electrificación.

Los objetivos de ambos sistemas son:

- Estudiar y comprender ambos sistemas.
- Analizar las ventajas e inconvenientes que pueden aportar ambos sistemas domóticos a cualquier vivienda.
- Realizar un estudio económico en dos instalaciones eléctricas diferentes.
- Analizar los resultados obtenidos y obtener el tiempo necesario de amortización.
- Obtener conclusiones generales y específicas de ambos sistemas.

2.4 Estructura del documento

El presente estudio comparativo de los sistemas domóticos KNX-EIB y Z-Wave se ha estructurado de la siguiente manera:

Capítulo 1, se realiza un resumen del estudio comparativo para entender el alcance del trabajo y se introduce el índice, indicando los principales puntos de trabajo y de especial atención.

Capítulo 2, se presentan los objetivos de este estudio en detalle, además de cuál ha sido la motivación que ha empujado realizar esta comparativa. También se explica la justificación de haber escogido estos dos sistemas domóticos.

Capítulo 3, en este capítulo se realiza una introducción a la domótica, resultado del estudio del estado del arte realizado en este trabajo, en la cual se clasifican los sistemas domóticos aplicados a las viviendas según los métodos de comunicación y a continuación se explican cada uno de ellos.

Capítulo 4, se explica con detalle el sistema KNX-EIB, la estructura que tiene los componentes los principios de funcionamiento y un resumen de la programación para conocer y entender el sistema en general.

Capítulo 5, en este capítulo se realiza la misma explicación en detalle que en capítulo 4, pero del sistema Z-Wave Plus.

Capítulo 6, se compara técnicamente cada uno de los dos sistemas domóticos explicados con anterioridad, para destacar los puntos fuertes y débiles, independientemente de la instalación eléctrica o del lugar donde vayan a ser instalados.

Capítulo 7, se presenta el primer escenario, una vivienda de nivel medio, donde se han comparado económicamente ambos sistemas, partiendo de tener que realizar una nueva instalación eléctrica, además se realiza un presupuesto detallado de los costes que han implicado cada uno de los sistemas domóticos por separado. Con la finalidad de poder extraer conclusiones más relevantes de la forma más equitativa posible, se realiza también un estudio de la amortización de los sistemas, para conocer el tiempo necesario de amortización de cada uno de los sistemas.

Capítulo 8, se presenta el segundo escenario, esta vez una vivienda de nivel medio-alto, donde a través del estudio se espera obtener conclusiones sobre los resultados. Con el fin de disponer de los dos tipos de instalaciones y poder obtener unas conclusiones finales más fiables, se realiza un presupuesto detallado de ambos sistemas, aumentando las prestaciones de éstos, acorde con la vivienda. Se adjunta un estudio del tiempo de amortización.

Capítulo 9, se presentan las conclusiones más relevantes obtenidas del estudio comparativo entre los dos sistemas domóticos, con el objetivo de que sea una guía para aquellas personas que se planteen la adquisición de un sistema domótico, dándoles a conocer qué sistema es el que más le puede interesar, si su instalación se asemeja a las propuestas.

Capítulo 10, se aporta la bibliografía consultada en este trabajo.

Capítulo 11, se adjunta de forma anexa los datos técnicos de ambos sistemas, además del detalle de los presupuestos y otros datos usados para realizar esta comparativa.

3. Introducción a la domótica

Estado del arte

El término domótica nace del neologismo francés 'domotique', el cual procede de la palabra latina domus (casa) y del francés telematique (telecomunicación-informática).

Como concepto, domótica significa conjunto de servicios de una vivienda que garantizan mediante algún sistema la realización de varias funciones, las cuales pueden estar relacionadas con la seguridad o el control de la vivienda.

Esta instalación e integración de varias redes y dispositivos electrónicos en el hogar, permite automatizar actividades cotidianas de forma local o remota, de la vivienda o edificio.

Generalmente los sistemas domóticos se pueden clasificar en cuatro clases de métodos de comunicación:

3.1 Basados en corrientes portadoras:

Son aquellos sistemas que utilizan la red eléctrica de la vivienda como soporte para la comunicación entre los elementos.

Las características más importantes de los sistemas que funcionan sobre este soporte son:

- Sistemas descentralizados, configurables y no programables.
- Son sistemas generalmente muy sencillos de instalar, configurar y conectar además su uso es de fácil manejo para el usuario.
- Al utilizar la instalación existente y no requerir de un cableado especial, el precio de la instalación tiende a ser muy reducido y su montaje mucho más rápido y sencillo, que otros sistemas.

Algunos ejemplos de sistemas domóticos que se basan en corrientes portadoras pueden ser, el sistema X-10 o el sistema X2D.

3.2 Basados en Protocolos estándar:

Son aquellos sistemas que utilizan un bus como soporte para la comunicación entre los elementos.

Las características más importantes de los sistemas que funcionan sobre este soporte son:

- Sistemas centralizados, configurables y programables.
- Al contrario que el anterior tipo de sistema domótico, generalmente no son sencillos de instalar, configurar y conectar, debido a que hay que programar cada uno de los elementos siguiendo los criterios del fabricante. Su utilización una vez en uso es de fácil manejo para el usuario.
- Al tener que realizar una instalación especial para el cableado especial del sistema, el precio de la instalación tiende a ser muy elevado y su montaje realizado lentamente y al gusto del consumidor.

- Tiende a ser un tipo de sistemas referente en cuestión de seguridad, debido a que suelen incorporar alimentación propia en caso de sabotaje, GPRS en caso de sabotaje de la comunicación telefónica y además son sistemas en que los inhibidores de frecuencia no les afecta.

Algunos ejemplos de sistemas domóticos que se basan en corrientes portadoras pueden ser, el sistema KNX-EIB o el sistema Lonworks.

3.3 Basados en autómatas programables o PLC's:

Son aquellos sistemas que utilizan un cableado especial como soporte para la comunicación entre los elementos.

Las características son muy similares a las del sistema descrito anteriormente, aunque las más importantes son:

- Sistemas centralizados, configurables y programables.
- El sistema de conexiones se realiza punto a punto.
- Al igual que el sistema anterior, generalmente no son sencillos de instalar, configurar y conectar, debido a que hay que programar cada uno de los elementos siguiendo los criterios del fabricante. Su utilización una vez en uso es de fácil manejo para el usuario.
- Al tener que realizar una instalación especial para el cableado especial del sistema, el precio de la instalación tiende a ser muy elevado y su montaje realizado lentamente y al gusto del consumidor.

Algunos ejemplos de este sistema domótico pueden ser, el sistema Simatic-S7 (de Siemens) o el sistema TSX-Micro (de Telemecanique).

3.4 Basados en la comunicación inalámbrica:

Son aquellos sistemas que utilizan una comunicación inalámbrica como por ejemplo las ondas electromagnéticas como soporte para la comunicación entre los elementos.

Las características de este sistema son similares a los sistemas basados en corrientes portadoras, las más importantes de este sistema son:

- Sistemas descentralizados, configurables y no programables.
- Son sistemas generalmente muy sencillos de instalar, configurar y conectar además su uso es de fácil manejo para el usuario.
- Al utilizar el aire como medio de transporte y no requerir de un cableado especial, el precio de la instalación tiende a ser muy reducido y su montaje mucho más rápido y sencillo, que otros sistemas. Este hecho también implica un ahorro en la instalación eléctrica en caso de ser de nueva construcción.

Algunos ejemplos de este sistema domótico pueden ser, el sistema Z-Wave Plus o el sistema RF-schneider.

4. Introducción al sistema KNX-EIB

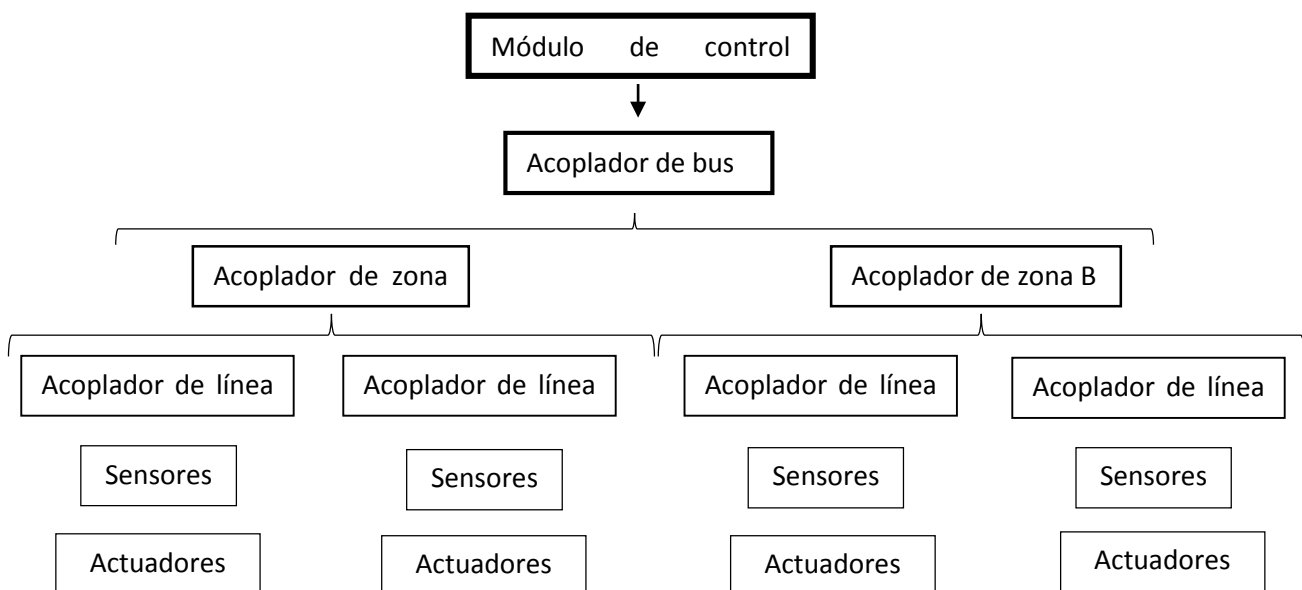
La instalación domótica tiene como objetivo que el usuario de la vivienda pueda tener una vida más confortable, ya que el sistema permitirá tener un control global sobre la iluminación, control de persianas, climatización y sistemas de seguridad.

En primer lugar el sistema KNX-EIB es un sistema creado por un conjunto de empresas, más de 300 entre ellas algunas conocidas como ABB, SIEMENS, SIMON, esto significa que el sistema domótico es un estándar el cual es compatible con estas importantes marcas y muchas más.

4.1 Estructura del sistema KNX-EIB

Para entender la lógica del funcionamiento del sistema EIB, por tanto, poder planificar y ejecutar su instalación y configuración será necesario conocer su estructura básica la cual está basada en una definición de líneas y zonas.

Una característica del sistema es que es descentralizado esto significa que si en cualquier momento falla algún componente el sistema te avisa y continua funcionando, es decir, notifica el error y continua trabajando.



4.1.1 Líneas

Las líneas están formadas por una fuente y los dispositivos bus que se necesite, como mínimo una fuente y dos dispositivos. El nombre real de dispositivos conectados dependerá de la fuente de alimentación seleccionada y del consumo que tenga cada uno de estos aparatos.

Como máximo se pueden poner 64 dispositivos y 2 fuentes de alimentación por cada línea. En el anexo 1 detallamos con exactitud el cableado y la topología utilizada por este sistema.

4.1.2 Zonas

Una zona puede albergar un máximo de 15 líneas

Cada zona puede albergar desde una cocina o baño de un piso hasta una vivienda no excesivamente grande.

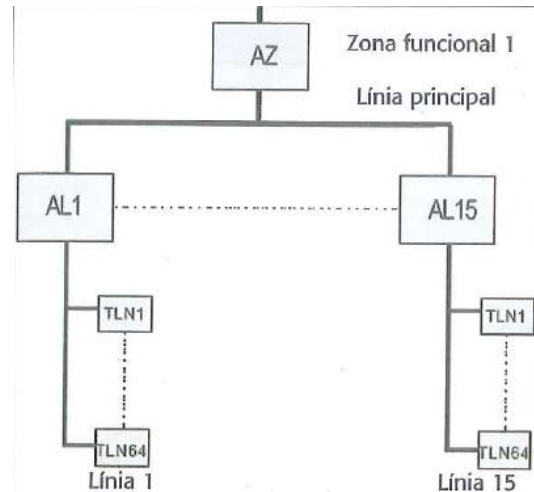


Figura 1 Esquema de línea

4.2 Componentes del sistema KNX-EIB

El sistema KNX no requiere de un PC o de cualquier otra unidad de control especial después del arranque. La "inteligencia", o más bien las funciones programadas se almacenan en los dispositivos (SUB) propios.

Cada compartimento puede intercambiar información con cualquier otro dispositivo mediante telegramas. El nivel de configuración más bajo se conoce como una línea.

Un máximo de 64 dispositivos (SUB) se pueden utilizar en una línea. El número real de dispositivos depende de la fuente de alimentación seleccionada y el consumo de energía de los dispositivos individuales.

Para configurar el sistema KNX-EIB con el programa ETS ver anexo 3.

Dispositivos de sistema: Fuente de alimentación, interface serie RS-232, USB o IP, Conectores, filtros, acopladores de línea y de área pueden encontrarse en algunos proyectos de mayor envergadura.

Sensores: Pulsadores, transductores (viento, lluvia, luz, calor, etc.), termostatos, entradas analógicas, entradas binarias, etc.

Actuadores: Actuadores de conmutación, actuadores de regulación, actuadores de persianas y toldos, actuadores de calefacción, salidas analógicas, salidas binarias, etc.

Controladores: Sensores y actuadores pueden ser conectados lógicamente por medio de los controladores (unidad lógica, módulo lógico o similar) para procurar funciones más complejas.

4.2.1 Fuente de alimentación

En una instalación mediante un bus de datos, cada línea tiene su propia fuente de alimentación de corriente para sus componentes, esto garantiza el correcto funcionamiento del conjunto de la instalación en caso de fallada en una línea, también en caso de fallo en un elemento de la línea.

La fuente de alimentación tiene regulaciones de tensión y corriente con lo cual son resistentes a cortocircuitos, además de que son capaces de salvar microcortes en la red, sin embargo únicamente por un tiempo de 0.1 segundos.

Un aspecto a considerar es la forma en que se discriminan los datos, ya que estos circulan por el mismo cable que la alimentación (bus). Por eso la fuente de alimentación esta está conectada al bus a través de una bobina o filtro, evitando así que la información entre en la fuente.

El consumo de potencia supone aproximadamente 0.15W por componente, aunque alguno de sus componentes puede llegar a consumir 0.2W, debido a esto el cliente tiene la posibilidad de añadir una segunda fuente de alimentación en paralelo en caso de necesidad.

Cabe mencionar que si el cliente utilizara más de 30 componentes el consumo sería de 100mA (suponiendo un consumo medio de 10mA por elemento) y las fuentes son de 320 mA, con lo que en este caso también sería necesario una segunda fuente.

En cualquier caso la distancia mínima entre dos fuentes ha de ser de 200 metros y el número máximo de fuentes de alimentación de 2.



Figura 2 Fuente de Alimentación

4.2.2 Filtro

Cuando una fuente de alimentación no lleva incorporado un filtro, es conveniente instalar una. La función de éste elemento es la de inducir tensión a la línea e impedir que esta se encuentre con los telegramas del bus y pueda provocar posibles interferencias.



Figura 3 Filtro



4.2.3 Acoplador de línea, zona i repetidores

La función de los acopladores es la de hacer posible la interconexión e intercambio de información entre los diferentes elementos del sistema.

- Acopladores de línea: Posibilitan el intercambio de información entre las diferentes líneas.
- Acopladores de zona: Posibilitan el intercambio de información entre las diferentes zona.
- Acoplador de ampliación o repetidor: Gracias a este elemento el sistema EIB ofrece la posibilidad de utilizar más de 64 aparatos en una línea. Este aparato ejerce una función de amplificación de la señal.



Figura 4 Acoplador de Bus

Respecto a este elemento que según su posición recibe diferentes nombres, hay que decir que es el mismo, lo que varía es su dirección física.

4.2.4 Acoplador de Bus

Este componente es el encargado de establecer la conexión entre el Bus y el módulo de aplicación. El módulo de aplicación ha de ser o bien de tipo sensor (entrada), o bien de tipo actuador (salida) y siempre ha de estar conectado a la red.

El acoplador analiza el telegrama que le llega del bus y este lo transmite al módulo de aplicación en forma de orden al acoplador y este último lo convierte y envía en forma de telegrama por el bus.

El acoplador de bus consta fundamentalmente de dos partes:

Una primera parte del controlador de acoplamiento y una segunda del módulo de transmisión.

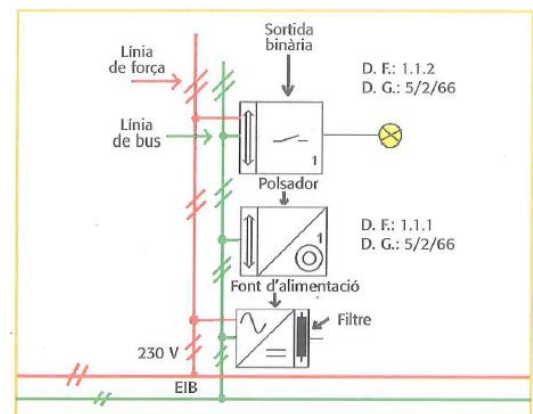


Figura 5 Esquema de conexió al Bus



4.2.5 Controlador de acoplamiento

Este elemento consiste en un microcontrolador con los siguientes tipos de memoria:

ROM: Esta memoria es la que contiene la programación del sistema y es permanente.

RAM: Este tipo de memoria es volátil y contiene información durante el funcionamiento del sistema, es decir, valores temporales del sistema i de las aplicaciones, las cuales en el momento que el componente se desconecta esta información se pierde.

EEPROM: Es la parte de memoria que contiene las direcciones físicas y direcciones físicas de grupo, son imborrables y permanentes

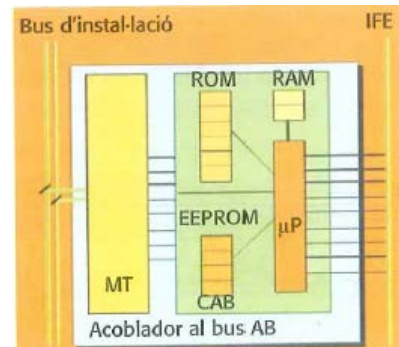


Figura 6 Microcontrolador

4.2.6 Módulo de comunicación

Este dispositivo permite conectar el sistema a un PC mediante un conector SUB D de 9 pines. Mediante esta entrada existe la opción de programar, parametrizar, direccionar o diagnosticar cualquier componente del sistema además de poder visualizar su funcionamiento.

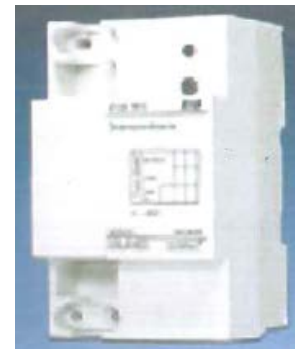


Figura 7 Módulo de comunicación

4.2.7 Bloque de conexión al bus

El bloque de conexión al bus se utiliza para diferentes aplicaciones como pueden ser:

- Ramificar el cable de bus
- Alargar el cable bus
- Proteger el extremo final del cable bus
- Conectar al cable de bus los elementos de montaje tanto superficiales, como encastados.

4.2.8 Sensores

Son los elementos encargados de detectar cualquier tipo de cambio físico del interior o exterior de la vivienda y transmitir la información a la unidad de control, de esta forma actuará en consecuencia.

Como he dicho anteriormente estos elementos van siempre asociados a un acoplador de bus, esta conexión entre el sensor y el acoplador se realiza mediante un conector de 10 pins (AST).

4.2.8.1 Tipos de sensores:

Pulsadores: Existen varios tipos de pulsadores y como son programables se pueden utilizar según se halla parametrizado. Las pulsaciones de sus teclas provocan telegramas de actuación o de regulación, según posición de la tecla un led nos indicará su estado de funcionamiento.

Detector de presencia: Este dispositivo reacciona a los cambios que se producen dentro de su campo de acción, no es necesario que sean forzosamente sensibles al movimiento, es decir, existen también piro sensores, que son sensores sensibles a la temperatura

Estos últimos hay que configurarlos y situarlos cuidadosamente ya que pueden dar lugar a falsas lecturas, al detectar cambios de temperatura sería conveniente que en su campo de acción no existan fuentes de calor como bombillas o radiadores. Sin embargo se puede programar estos sensores para que el objeto que se detecte tenga unas dimensiones mínimas que en caso de no cumplir no sea detectado.

Entradas binarias: Las entradas envían telegramas al bus, en función de señales de 230V que recibe por sus cuatro entradas. Estos telegramas pueden ser accionamientos, reguladores, control de persianas, envío de valores de 1 a 2 bytes o auxiliares de escenas.

Este elemento es muy interesante solo en caso de que el cliente quisiera mantener los pulsadores e interruptores convencionales de una instalación eléctrica.

Sensores de luminosidad: Este detector se activa en función de la luminosidad ambiental, una vez se activa con la luminosidad programada el sensor envía al bus el telegrama de accionamiento, regulación o monitorización.

El dispositivo consta de un sensor de luz que va unido al dispositivo decodificador que va unido mediante cable. Este decodificador lee el nivel de luz y según lo programado ajusta la iluminación del escenario según la consigna.

Relojes programadores: Se trata de un programador capaz de transmitir diferentes direcciones de grupo al bus en función de una programación temporal. Estas programaciones pueden ser diarias, semanales o anuales.

Con la adecuada programación este dispositivo es capaz tanto de enviar como de recibir la fecha i hora a través del bus.

Termostato: Se utilizan para medir y regular la temperatura ambiental de forma continua o bien como simple regulación On/Off.

4.2.9 Actuadores

Este dispositivo es el encargado de realizar el control de algún elemento del sistema, como pueden ser electroválvulas de agua, gas..., motores de persianas, puertas, etc. Alarmas, reguladores de luz...

Los actuadores también van asociados al acoplador de bus aunque este va generalmente integrado con el elemento.

Entre los actuadores más habituales hay que destacar los siguientes:

Actuador binario: Este actuador recibe telegramas a través del bus y en función de este, cierra o abre sus contactos que pueden ser normalmente abiertos o cerrados según convenga o se parametrize.

Depende de los parámetros configurados, cada una de sus dos salidas puede ser accionada directamente, con retardo a la conexión o a la desconexión a modo de impulso temporal o bien se le puede asociar una función lógica o de reexpedición de estado.

Hay actuadores binarios desde una hasta dieciséis salidas, según el programa que introduzcamos.

Actuador regulador (dimmer): El actuador regulador de iluminación recibe telegramas de accionamiento y regulación a través del bus, en función de éste, actúa sobre el grupo de iluminación que tenga conectado a su salida.

Estas pueden controlar distintos tipos de carga como halógenas de 230V o de bajo voltaje con transformador electrónico.

La potencia máxima de este actuador es ampliable mediante el uso de amplificadores de potencia para transformadores electrónicos.

Módulo de escenas: En este módulo se pueden guardar un máximo de cuatro escenas que pueden ser recuperadas mediante telegramas de repetición automática de llamada.

Una escena consiste en ajustes de conmutación/regulación, que pueden combinarse opcionalmente.

Actuador de persianas: Este actuador recibe los telegramas del bus y tiene la posibilidad de manejar hasta dos motores de persianas totalmente independientes. Como todos los actuadores de persianas puede ejecutar comandos de accionamiento corto o bien largos.



Figura 8 Actuador

4.2.10 Módulo de programación ETS (EIB Tool Software)

El programador ETS permite programar y parametrizar los diferentes elementos del bus, de forma que se puedan controlar la mayoría de las funciones de control en una vivienda.

Este programador es la herramienta más común y abierta además de que es independiente del fabricante de los elementos que hayamos instalado, se puede utilizar desde la fase de diseño de la instalación hasta la fase de puesta en marcha y diagnóstico.

4.2.11 Otros dispositivos

Existen otros dispositivos adicionales que permiten completar una instalación domótica para una casa unifamiliar.

Módulo vía radio: Este dispositivo se utiliza para poder integrar cualquier emisor del sistema de control vía radio al Bus. Una vez asociados los diferentes canales de los emisores de radio, se le asignan las direcciones de grupo a través del ETS, de manera que cualquier emisor de radio puede activar cualquier actuador del sistema. Se trata de una comunicación unidireccional, sin ser posible la activación de receptores de radio desde un sensor de EIB.



Figura 9 Módulo vía radio

Las informaciones recibidas vía radio pueden ser convertidas a telegramas EIB para accionar o regular elementos como la luz persianas o escenas.

Módulo telefónico: Este es el dispositivo que permite actuar desde un lugar remoto. De esta forma es posible activar o desactivar funciones telefónicamente, este módulo está conectado a la red telefónica y al BUS.

También es posible recibir mensajes en caso de alarma como fuga de agua o detector de presencia.

Para manejar el sistema de forma remota únicamente es necesario un Smartphone con acceso a internet además de disponer el código de cuatro cifras del sistema con el objetivo de evitar intrusismo,

Comunicador Bus EIB: El comunicador EIB es un dispositivo que permite conectar al sistema con la línea telefónica, con la finalidad de poder transmitir sucesos detectados por el sistema en forma de SMS o de Fax...

También se puede acceder de forma remota a la instalación para enviar acciones al bus desde un PC remoto, con la finalidad de poder modificar la programación de los componentes o realizar funciones de control y visualización (en caso de disponer de cámaras).

Infodisplay: Se trata de una pantalla LCD retroiluminada que recibe telegramas a través del Bus, en función de estas muestra el mensaje recibido que se podrá observar en forma de orden.

También se puede utilizar como herramienta de control de forma que desde este elemento se pueden enviar ordenes de accionamiento, regulación o valores al bus a través de sus teclas las cuales son de libre configuración.

Este elemento ha de ir forzosamente conectado a un acoplador de bus y ha de tener un programa instalado para poder interpretar los telegramas del bus y que el usuario pueda visualizar de una forma sencilla.

4.3 Principios de funcionamiento del sistema KNX-EIB

Antes de explicar la configuración del sistema es conveniente entender bien el funcionamiento de la transmisión de datos. Los datos se transmiten en serie con unas reglas fijas llamadas protocolo, de esta manera se empaqueta o comprime la información que se envía en forma de telegrama por medio del bus desde un sensor hacia uno o varios actuadores.

A continuación les explicaremos el procedimiento CSMA/CA:

4.3.1 El procedimiento CSMA/CA

Para regular el acceso al bus y garantizar un procedimiento libre de colisiones EIB, utiliza el procedimiento CSMA/CA.

El método de contención más común es el CSMA (Carrier Sense Multiple Access) en español Acceso Múltiple Sensible a la Portadora. Opera bajo el principio de escuchar antes de hablar, de manera similar a la radio de los taxis.

El método CSMA está diseñado para redes que comparten el medio de transmisión. Cuando una estación quiere enviar datos, primero escucha el canal para ver si alguien está transmitiendo. Si la línea está desocupada, la estación transmite. Si está ocupada, espera hasta que esté libre.

Cuando dos estaciones transmiten al mismo tiempo habrá, lógicamente, una colisión. Para solucionar este problema existen dos técnicas diferentes, que son dos tipos de protocolos CSMA: uno es llamado CA - Collision Avoidance, en castellano Prevención de Colisión y el otro CD - Collision Detection, Detección de Colisión. La diferencia entre estos dos enfoques se reduce al envío –o no– de una señal de agradecimiento por parte del nodo receptor:

- Collision Avoidance (CA): es un proceso que está formado por tres fases en las que el emisor:

1º Escucha para ver si la red está libre.

2º Transmite el dato.

3º Espera un reconocimiento por parte del receptor.

Este método asegura así que el mensaje se recibe correctamente. Sin embargo, debido a las dos transmisiones, la del mensaje original y la del reconocimiento del receptor, pierde un poco de eficiencia. La red EtherNet utiliza este método.

En nuestro caso todos los dispositivos de bus reciben las señales, pero solo aquellos actuadores a los cuales se transmite el mensaje reaccionan y actúan.

Por poner un ejemplo, si un sensor quiere transmitir, primero escucha y comprueba que el bus esta libre, si el bus esta libre comienza a transmitir, en caso contrario se espera.

En el caso excepcional en que dos dispositivos empiezan a transmitir justo en el mismo momento, únicamente tendrá acceso al bus aquel que tenga la prioridad más alta y el otro deberá esperar y transmitir posteriormente. En el caso que los dos tengan la misma prioridad comenzará aquel que tenga la dirección física más baja.

El objetivo del procedimiento CSMA/CA es asegurar que solo un elemento pueda ocupar el bus, sin embargo, lo realiza de un modo en que no se reduce la capacidad de transmisión.

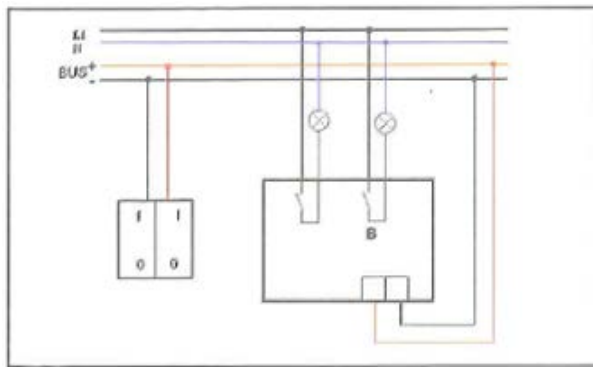


Figura 10 Esquema de conexionado a la red eléctrica y al bus

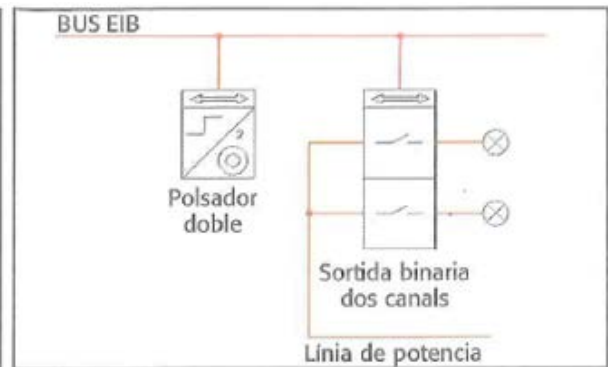


Figura 11 Esquema de conexionado al bus

4.3.2 Telegramas

Como he explicado antes y siguiendo el procedimiento CSMA/CA, cuando se produce un evento como pulsar un interruptor o activa un detector, este comienza a transmitir el telegrama.

Si el bus no está ocupado durante un tiempo T1 (50bits) comienza el proceso de emisión de datos.

El telegrama circula por el bus siendo leído por todos los elementos y actúa únicamente al que va dirigido, ahora bien, si el elemento al que va dirigido es a un elemento de una sola línea, el

acoplador de línea no deja pasar el mensaje a otras líneas, si por el contrario el mensaje va dirigido a otra línea el acoplador de zona no lo dejará pasar a otras zonas.

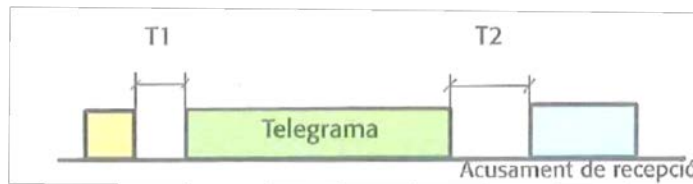


Figura 12 Secuencia de envío de un telegrama

Después de que el telegrama haya finalizado, el componente tiene un tiempo T2 (13 bits) para comprobar que la recepción es correcta.

Todos los elementos a los cuales va dirigido el telegrama, envían un justificante de recepción simultáneamente.

4.3.3 Grupos y subgrupos

Durante el servicio normal se utiliza una dirección de grupo para realizar las comunicaciones de telegramas. Esta dirección no está orientada a la topología del bus como lo estaba la dirección física, sino a las aplicaciones.

Cada emisor incluirá una dirección de grupo a cada uno de sus telegramas. Todos los dispositivos de bus están a la escucha de todos los mensajes, leen su dirección y comprueban así si el telegrama va dirigido a ellos o no. Esta dirección se asigna a cada elemento del bus durante la configuración del sistema EIB y cada dispositivo puede pertenecer a uno o varios grupos.

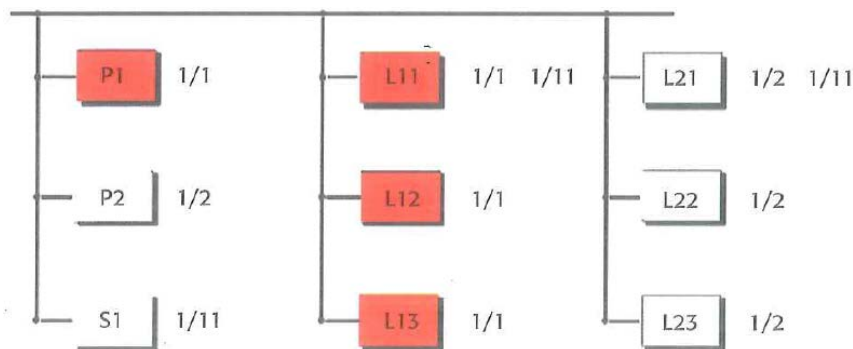


Figura 13 Ejemplo de conexión de pulsadores y bombillas

En la imagen que observamos podemos ver:

Si se activa el pulsador P1 se activarán las bombillas L11, L12 y L13. Sin embargo si se activa el sensor S1 únicamente se activará la bombilla L11 y la L21. Ahora bien si presionamos el pulsador P2 se activarán las bombillas L21, L22 y L23.

La siguiente imagen nos muestra el caso que un pulsador accione un actuador de otra línea.

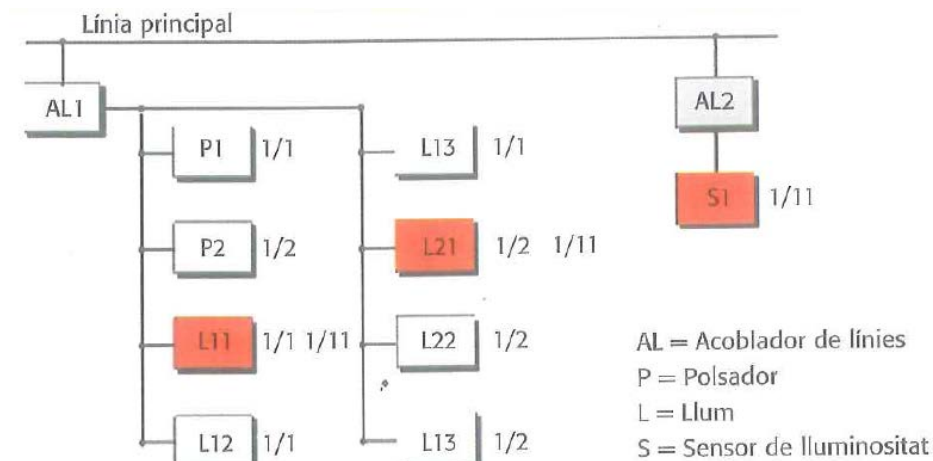


Figura 14 Ejemplo de conexión de sensores y bombillas

Si se activa el sensor S1 de la línea 2 encenderá las bombillas L11 y L21 de la línea 2, esto es posible ya que los acopladores de línea disponen de la información necesaria como para saber que tienen un sensor que activa las luces de otra línea. Estas configuraciones son variables y configurables según las necesidades del cliente.

Para la simbología en el esquema eléctrico ver anexo 2.

4.4 Resumen de la programación y conexiones del sistema KNX-EIB

A continuación explicaremos un resumen de los pasos a seguir para una correcta programación del sistema en caso de mayor información al respecto se adjunta en el anexo 4.

4.4.1 Paso 1: Creación del proyecto

Desde el menú principal iremos a la opción de diseño del proyecto, ahí crearemos un nuevo proyecto que le asignaremos un nombre.

(Cada fabricante dispone de su propio programa de visualización que sirve para diseñar las instalaciones en el plano de una vivienda.)

4.4.2 Paso 2: Importar los productos

Una vez creado el nuevo proyecto y a sabiendas del material que vamos a utilizar, hemos de importar dicho material a la base de datos con el número específico de elementos.

4.4.3 Paso 3: Parametrización

En el menú de diseño del proyecto, seleccionaremos la opción Grupos y Topología, este paso consiste en identificar en el sistema cada elemento de la base de datos que anteriormente hemos decidido que vamos a instalar, añadiéndole una dirección física.

En este punto podemos definir al gusto desde que interruptores son dobles hasta aplicaciones para configurar rutinas diarias como por ejemplo encender la calefacción 20 minutos antes de que lleguemos de trabajar a casa, calentar el agua de la piscina poco a poco una hora antes para no calentar el agua rápidamente y así poder reducir la potencia contratada.

(Suponiendo que al llegar a la vivienda encendamos demasiadas cosas al mismo tiempo.)

4.4.4 Paso 4: Puesta en marcha

En el menú puesta en marcha abriremos el proyecto realizado, desde aquí enviaremos la dirección física a cada elemento que hayamos programado a la vez.

Nota: Cuando se envía la dirección física se debe pulsar un pulsador del acoplador de bus para que el programa reconozca el elemento

4.5.5 Paso 5: Comprobación

Una vez realizados estos pasos se debe comprobar el correcto funcionamiento del sistema.

Si el resultado es positivo, usted ha realizado una instalación correcta.

En caso contrario:

En primer lugar revise la parametrización del elemento que no funciona correctamente

En segundo lugar revise el cableado del sistema. (Correcta conexión, continuidad...)

En tercer lugar compruebe que le llega energía suficiente al elemento

En cuarto lugar cerciórese de que las distancias máximas no son sobrepasadas ya que podría ser un motivo de error.

En quinto lugar si el lugar donde el elemento no funciona el elemento es una zona en el que usted ha utilizado la propia red de la casa y no el bus, existe la posibilidad de que la comunicación no sea posible por motivos de interferencias.(posiblemente el cable está al límite de su corriente admisible)

En quinto lugar asegúrese que el elemento funciona correctamente. (Por ejemplo parametrizándolo haciendo otra función)

5. Introducción al sistema Z-Wave Plus

Z-Wave es una tecnología de comunicación inalámbrica diseñada para la domótica en el hogar, centrada en el control remoto aplicado a entornos residenciales y pequeños espacios comerciales.

Aunque inicialmente fue propiedad privada de la empresa Zensys, Z-Wave, ahora se constituye como estándar parcialmente abierto, siendo ratificado por la ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones) en 2012.

Es un sistema muy similar al KNX-EIB, pero es un sistema descentralizado y no programable.

La principal diferencia es que no utiliza cables para la comunicación, este hecho hace que el sistema en conjunto presente una mayor comodidad y no por ello el precio se vea incrementado sino que sucede al contrario como veremos más adelante.

La empresa Zensys fue quien desarrolló y puso a la venta en 2003 la primera generación de hardware. La pieza clave para el desarrollo del sistema Z-Wave fue la creación en 2005 de la Z-Wave Alliance.

Este sistema cuyo objetivo principal era llegar a acuerdos para garantizar la interoperabilidad de los diferentes dispositivos Z-Wave y que en 2009 contaba con más de 200 afiliados.

Zensys define el nivel radio el tipo de codificación durante la transmisión y cómo organizar la red mediante librerías de firmware pre-compiladas que los fabricantes no pueden modificar; pero por otro lado, define algunas funciones específicas a nivel de aplicación, siendo los fabricantes quienes deben optimizarlas. Tests de certificación que verifican que la capa de aplicación cumple con el estándar y garantiza la interoperabilidad son realizados por los fabricantes en sus dispositivos.

En año 2008 Zen-Sys fue adquirida por la asiática Sigma Design. La concesión de la segunda licencia de fabricación a la empresa Mistsumi en 2011 permite a los fabricantes contar con un proveedor alternativo de integrados Z-wave, que aunque inicialmente está fabricando para el mercado japonés, sin embargo, está fabricando para el mercado global.

5.1 Estructura del sistema Z-Wave Plus

Es un sistema inalámbrico fiable, porque se establece una red en malla donde los nodos se ayudan unos a otros en la comunicación vía radio, donde se puede consultar el estado de los nodos y la entrega de todos los mensajes está verificada.

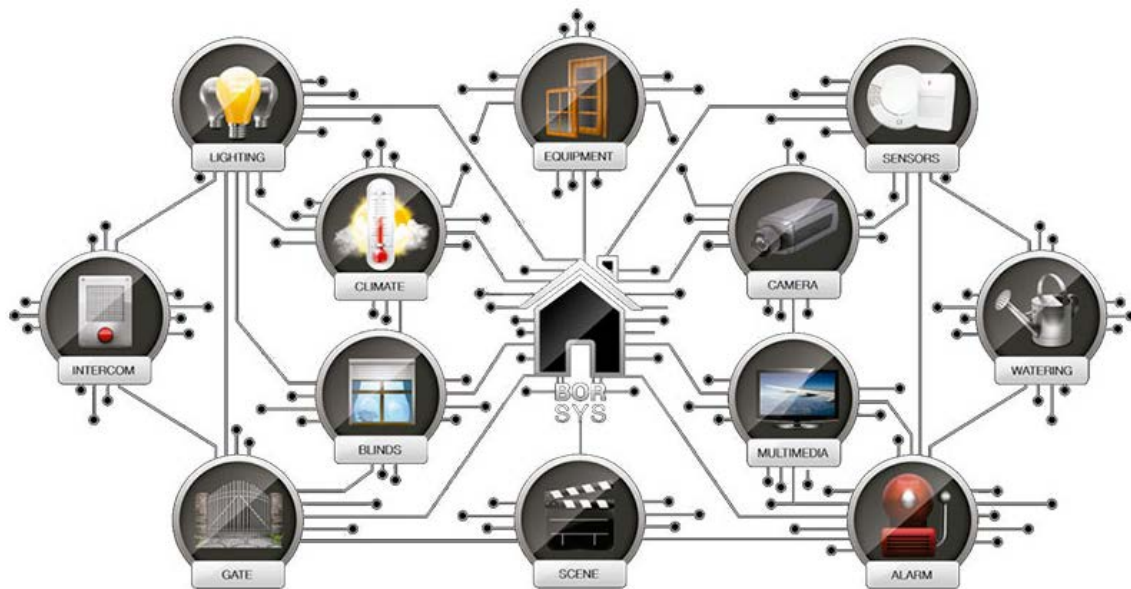


Figura 15 Esquema de comunicaciones

Necesita poca energía y poco ancho de banda, lo que redundará en un mejor alcance de la señal y una mayor duración de las baterías en los nodos alimentados por éstas.

Utiliza frecuencias de radio en la banda inferior a 1Mhz con lo cual no colisiona con las redes Wifi que normalmente van a de 2.4Ghz a 5 Ghz.

El sistema puede ser siempre operado en modo manual con los mismos mecanismos que el usuario ya tiene evitando incoherencias estéticas.

Por ejemplo los módulos de Fibaro se insertan dentro de la caja del mecanismo, detrás de éste. Simplemente hay que hacer el conexionado de los cables. El interruptor/pulsador pasa a disfrutar de un control domótico adicional, pero a todos los efectos estéticos y de uso parece que nada ha cambiado.

Los diferentes *gateways permiten de serie que el sistema pueda ser operado desde Internet, vía PC o Mac con un simple navegador y también desde Tablets o SmartPhones mediante diferentes Apps desarrolladas por terceros.

**Gateways: Es la forma en que se ha nombrado a los elementos propios del sistema Z-Wave.*

Los centros de control permiten comunicar su instalación Z-Wave con Internet, para así controlar su casa desde cualquier lugar. Además permiten la creación de escenas y ambientes.

Los centros de control inalámbricos Z-Wave son el corazón y el centro de una red Z-Wave. Es posible configurar y ejecutar una red Z-Wave solamente con un mando a distancia, pero ciertas funciones como programación horaria y escenas disparadas por eventos solamente pueden ser llevadas a cabo con centros de control inalámbricos o un PC con un software de domótica. Los centros de control están siempre encendidos pero consumen muy poco. Se manejan con algunos botones y un navegador web vía Ethernet. El interface web permite también acceso remoto desde internet, Tablet y Smartphone.

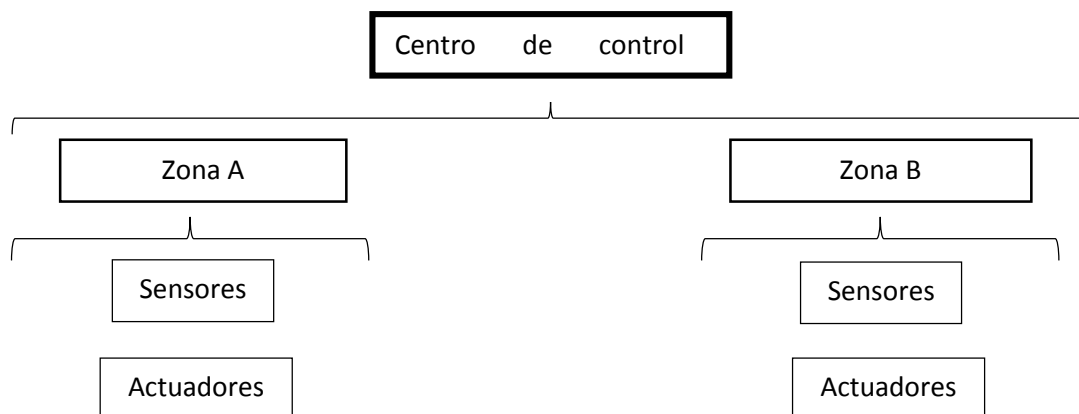
El envío de cualquier orden por ejemplo desde una Tablet, en caso de ser necesario puede ser recibido y reenviado por cualquier elemento intermedio con el fin de hacer llegar la orden al componente destinatario.

Respecto al cableado hay poco que decir ya que no es necesario ningún tipo de instalación cableada.

Sin embargo, en el caso en que el cliente deseara mantener la instalación eléctrica de su vivienda, existe la posibilidad de añadir un acoplador detrás de los mecanismos encastados como interruptores convencionales, con el fin de aprovechar dicho mecanismo.

La topología de red es tipo malla y cada elemento se comporta como un nodo que puede ser receptor o emisor reenviando el mensaje. Permite realizar agrupaciones en grupos para asociar la misma funcionalidad a todos los elementos del grupo. Igualmente permite el empleo de escenas.

El esquema del circuito de la información es sencillo y práctico, el sensor recibe la información, el centro de control la interpreta y según los parámetros previamente establecidos envía una señal a los actuadores. No necesita de repetidores, pero por comodidad de cara al software si que es conveniente separar los elementos por zonas o estancias de la vivienda, sin embargo, no necesita de un módulo especial para realizar esta acción.



5.2 Componentes del sistema Z-Wave Plus

Se distinguen dos tipos de roles en una red Z-wave: los esclavos y los controladores. En ambos casos los dos pueden estar tanto alimentados por baterías como por corriente eléctrica.

5.2.1 Esclavos

Los esclavos son aquellos cuya tarea es responder a mensajes que han recibido previamente desde la red. Todos conocen los vecinos que tienen a su alrededor, pero dependiendo de si poseen capacidad de reenvío de mensajes existe la siguiente distinción:

- Esclavo normal: son aquellos que no poseen capacidad de enrutado y que son instalados en una posición fija. Un actuador de persianas es un ejemplo de este tipo.
- Esclavo con capacidad de reenvío: tiene un conocimiento parcial de la tabla de encaminamiento. Estos suelen ser dispositivos alimentados por baterías como termostatos o sensores de presencia.

En caso de que el nodo no esté alimentado por la red eléctrica, entonces no siempre estará escuchando el canal, de forma que tendrá periodos de sueño ajustables con el fin de ahorrar baterías. Esto es lo que se denomina periodo de *wake-up*.

5.2.2 Controladores

Los controladores son los elementos de red que tienen acceso de manera completa a la tabla de reenvío, y que pueden comunicarse sin restricciones con cualquier esclavo que se halle dentro de su influencia. Dependiendo de sus características encontramos:

- Controlador estático: son aquellos que están destinados a su instalación en una posición fija definida, habitualmente estando conectados a la red eléctrica. En caso de que se decidan desplazar es necesario reorganizar la red.



Figura 16 Controlador estático Vera 3.

- Controlador portátil: están alimentados por baterías, permitiendo su desplazamiento de manera libre. Para conseguir un ahorro energético, el tiempo que están escuchando la red es limitado, de forma que no siempre estarán disponibles para realizar encaminamiento.



Figura 17 Controlador portátil modelo Z-URC.

Es necesario que cada vivienda disponga de al menos una unidad de control que sirve para comunicarse de forma inalámbrica con los sensores electrónicos y otros dispositivos de la red Z-Wave Plus. Se conecta al servidor de la consola de gestión centralizada utilizando su actual conexión a Internet (cable o ADSL) para ofrecer un control total a los usuarios del sistema domótico, incluso desde el exterior de la vivienda.



Figura 18 Unidad de control Center Lite de Fibaro

El centro de control inalámbrico Z-Wave es el corazón y el centro de una red Z-Wave. Es posible configurar y ejecutar una red Z-Wave solamente con un mando a distancia, pero ciertas funciones como programación horaria y escenas disparadas por eventos solamente pueden ser llevadas a cabo con centros de control inalámbricos o un PC con un software de domótica. Los centros de control están siempre encendidos pero consumen muy poco. Se manejan con algunos botones y un navegador web vía Ethernet. El interface web permite también acceso remoto desde internet, Tablet y Smartphone.

5.2.3 Sensores

Son los elementos que detectan sucesos que ocurren en una vivienda, como la entrada de una persona en una estancia, la apertura de una puerta o un cambio en la temperatura, la humedad, la cantidad de luz. Los sensores son dispositivos Z-Wave, que transmiten ciertos valores ambientales o comportamiento determinado a un centro de control inalámbrico. También controlan otros dispositivos Z-Wave directamente, utilizando la función de asociación de Z-Wave. En particular son de interés los multisensores, donde los valores de múltiples sensores, tales como la temperatura o la humedad se están en un sólo un dispositivo.

5.2.3.1 Tipos de sensores:

Cerradura Z-Wave: Es una solución que permite proteger el interior de la vivienda de forma inteligente y fiable. Sin la llave, Abriendo su cerradura usando su Tablet, Smartphone o con un mando a distancia.

Pulsadores: Son elementos programables que se pueden utilizar según se halla parametrizado. Las pulsaciones de sus teclas provocan el envío de señales de actuación o de regulación, vía wiffi.

Existen unos adaptadores que se incorporan en la parte posterior de los pulsadores que pudieran estar instalados, con el fin de aprovechar dicho mecanismo y tener la posibilidad de controlarlo.

Detector de presencia: Este dispositivo reacciona a los cambios que se producen dentro de su campo de acción, no es necesario que sean forzosamente sensibles al movimiento, es decir, existen también piro sensores, que son sensores sensibles a la temperatura.

Estos últimos hay que configurarlos y situarlos cuidadosamente ya que pueden dar lugar a falsas lecturas, al detectar cambios de temperatura sería conveniente que en su campo de acción no existan fuentes de calor como bombillas o radiadores. Sin embargo se puede programar estos sensores para que el objeto que se detecte tenga unas dimensiones mínimas que en caso de no cumplir no sea detectado.

Sensores de luminosidad: Este detector se activa en función de la luminosidad ambiental, una vez se activa con la luminosidad programada el sensor envía al centro de control el telegrama de accionamiento, regulación o monitorización.

El dispositivo consta de un sensor de luz que va unido al dispositivo decodificador que va unido mediante cable. Este decodificador lee el nivel de luz y según lo programado ajusta la iluminación del escenario según la consigna.

Relojes programadores: Se trata de un programador capaz de transmitir diferentes direcciones de grupo al bus en función de una programación temporal. Estas programaciones pueden ser diarias, semanales o anuales.

Termostato: Se utilizan para medir y regular la temperatura ambiental de forma continua o bien como simple regulación On/Off.

Multisensor: Éste es un elemento que es capaz de captar diferentes parámetros. Tienen la posibilidad de alimentarse de la red directamente

Estos son algunos de los modelos de Multisensores disponibles:

- Multisensor 6 en 1: movimiento, temperatura, humedad, luminosidad, radiación ultravioleta, vibración.
- Detector de 4 en 1: Apertura, la humedad, la temperatura, la luz.
- Detector de 4 en 1: Movimiento, vibraciones, la temperatura, la luz.
- Detector 3 en 1: Inundaciones, temperatura, humedad.

- Detector 3 en 1: Apertura, la temperatura, la luz.
- Detector de 2 en 1: Inundación, helada.

5.2.4 Actuadores

Son los elementos que reciben la información de los sensores y actúan según lo configurado por el usuario, también pueden recibir las ordenes desde cualquier otro elemento de la instalación Z-Wave Plus.

Hay varios tipos:

Dimmer: Es el elemento encargado de regular los circuitos de iluminación según la información de los sensores y del gusto del cliente.

Enchufe regulado (dimmer): Este dispositivo permite controlar la iluminación a través de comandos de Z-Wave. Está diseñado para encender y apagar y variar cualquier tipo de lámpara. Además tiene la capacidad de medir el consumo de energía y transmitirla a un controlador compatible. Una memoria interna almacena la combinación de toda la energía se mide en kWh.

5.3 Principios de Funcionamiento del sistema Z-Wave Plus

En este capítulo se explica el funcionamiento del sistema Z-Wave Plus.

5.3.1 Protocolo Z-wave

El protocolo que implementa Z-wave está diseñado para proporcionar una comunicación inalámbrica fiable de mensajes de control de pequeño tamaño.

Se distinguen cuatro capas dentro del protocolo:

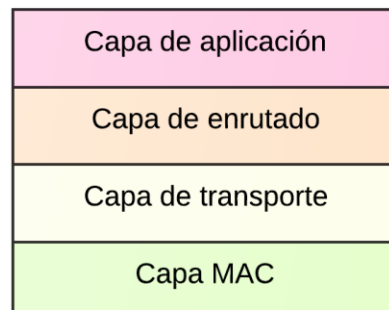


Figura 19 Torre de protocolos de Z-wave

5.3.2 Capa MAC

Esta capa tiene por objetivo controlar el acceso al medio radio. La trama consta de: preámbulo, inicio de trama (SOF por sus siglas en inglés), cuerpo de trama y delimitador de fin de trama (EOF). Se utiliza codificación Manchester y mecanismo *little endian* para transmitir la información.

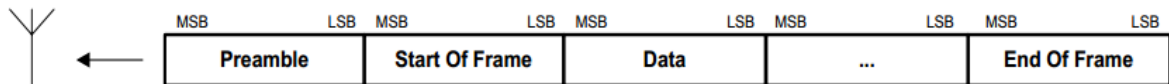


Figura 20 Secuencia de envío de una trama Mac

La capa MAC tiene un mecanismo de elusión de colisiones que evita que el nodo comience a transmitir mientras otros lo están haciendo. Esto se consigue escuchando el canal durante unos instantes antes de transmitir la trama que tiene preparada, y de estar ocupado, no enviar nada.

5.3.3 Capa de transporte

Esta capa cumple la función de controlar la transferencia de información entre los dos nodos que establecen una comunicación.

Existen cuatro tipos distintos de tramas que pueden enviarse en esta capa, pero todos siguen el siguiente prototipo de mensaje:

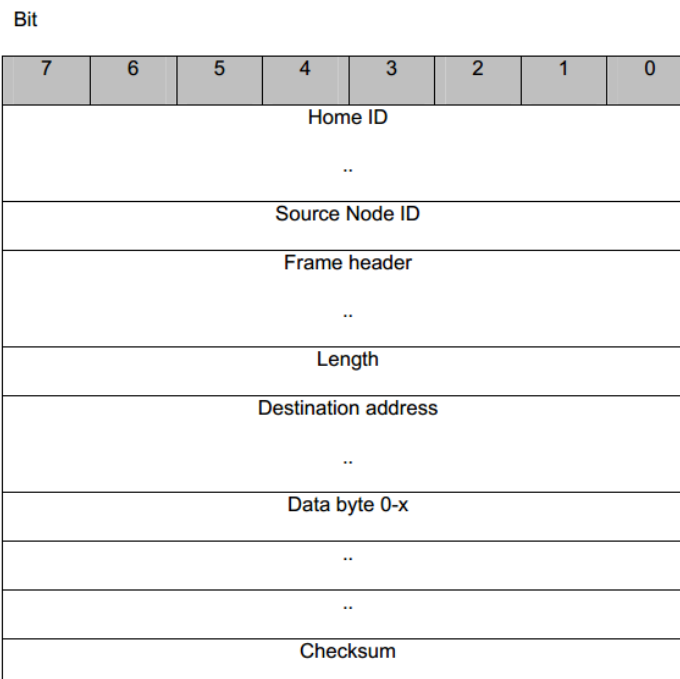


Figura 21 Formato de trama de nivel de transporte



Los distintos tipos de comunicación datos son:

- Trama de asentimiento: Sirve como acuse de recibo.
- Trama dirigida: Es aquella que se envía directamente desde un nodo hacia otro. El receptor asiente el mensaje, de manera que el nodo transmisor puede saber que ha llegado correctamente.

En caso de que no llegue asentimiento, la capa reenvía el mensaje de nuevo.

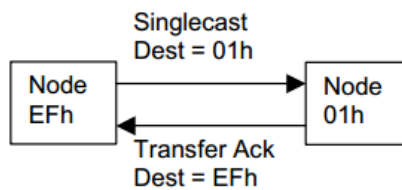


Figura 22 Ejemplo de envío de trama

- Trama multicast: Son aquellas que se dirigen a un conjunto de nodos. No soportan asentimiento del mensaje, lo que provoca que sean menos fiables.

Tramas de difusión: Son dirigidas a todos los nodos de la red. Tampoco se permite su asentimiento.

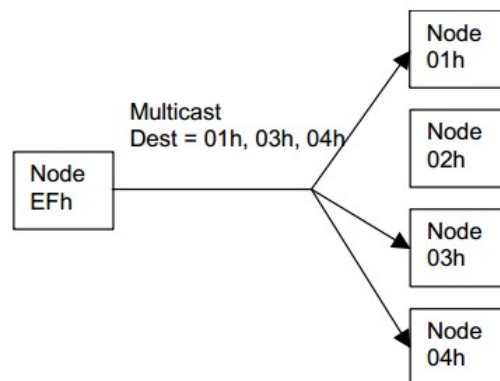


Figura 23 Trama Multicast

En la trama de este nivel viajan dos parámetros HomeID y NodeID, que identifican de manera unívoca a cada dispositivo o nodo del sistema Z-Wave: dos nodos que pertenezcan a una misma red no pueden tener el mismo identificador individual, ni ningún nodo puede tener dos HomeID.

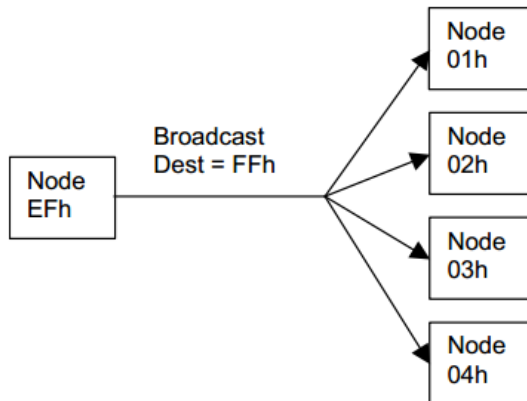


Figura 24 Trama de difusión

- HomeID: es un identificador de red Z-wave no modificable por el usuario. Posee una longitud de cuatro octetos.
- NodeID: constituye el identificador de nodo dentro de la red. Es un campo de un octeto, lo que significa que una red como máximo puede estar compuesta de 256 nodos.

5.4.4 Capa de enrutado

Su función es encaminar de manera correcta las tramas que se intercambian los nodos. Tanto los controladores como los esclavos pueden participar en el proceso, siempre que tengan la recepción activada y posean posición fija.

La ruta por la que discurre un mensaje entre dos nodos puede ser directa o través de otros nodos. Esto permite que mensajes de nodos que no están en el radio de cobertura de otros nodos puedan ser recibidos. El número máximo de saltos para este tipo de envío es cuatro, dado que un número demasiado alto provocaría altos retrasos en el proceso de entrega.

Un nodo lleva la cuenta de aquellos nodos que tiene accesibles a su alrededor y le comunica esta información a su controlador en el momento de la inclusión o cuando se lo solicita. Con ello se consigue que el controlador mantenga una tabla de encaminamiento, que el usuario puede comprobar con el fin de mejorar la distribución topológica de su red.

A pesar de que el enrutado salto a salto sea posible, el controlador siempre trata de enviar un mensaje directamente al nodo.

Para una información más completa ver anexo 5

5.4 Gestión de esclavos dentro de la red

Se denomina inclusión y exclusión a los procesos de inserción y eliminación de nodos en una red Z-wave que a continuación se explican.

5.4.1 Inclusión

El controlador primario es el encargado de la inclusión de los demás nodos de la red. Una vez el controlador pasa a modo inclusión, mediante botón o software, cada nodo que se quiera incluir en la red tiene que confirmarlo.

Todos los dispositivos Z-Wave tienen un botón de operación local específico para ello y hay que realizar un número de pulsaciones específicas que dependerá del tipo de dispositivo y fabricante.

Tras la confirmación, el nodo envía la trama de información (*node information frame* o NIF) al controlador con el HomeID, NodeID, y según los identificadores que reciba, se pueden dar dos situaciones:

- HomeID no asignado: el nodo en cuestión no pertenece a ninguna red. El controlador le asigna identificación dentro de su red (HomeID, NodeID). Una vez el nodo es añadido a la red Z-Wave, el controlador solicita lista actualizada de vecinos a todos los nodos y actualiza la tabla de encaminamiento. El indicador LED del nodo parpadea dos veces para confirmar la inclusión.
- HomeID de otra red: el nodo envía un paquete de información con HomeID diferente al del controlador. El dispositivo ya pertenece a otra red y el paquete de información es ignorado. Para poder ser incluido, tiene que ser excluido de la red original.

Ahora el controlador pasa a modo exclusión y al igual que antes, la confirmación por parte del nodo se realiza con una o tres pulsaciones en el botón de operación local específico.

5.4.2 Exclusión

Ahora el controlador pasa a modo exclusión y al igual que antes, la confirmación por parte del nodo se realiza con una o tres pulsaciones en el botón de operación local específico. Tras la confirmación, el nodo envía un paquete de información y de nuevo se dan dos situaciones.

El paquete puede transportar un:

- HomeID válido: el dispositivo pertenece a la red del controlador. Éste lo excluye borrando las entradas correspondientes en la tabla de encaminamiento y lo resetea, el nodo vuelve a los valores de fábrica.
- HomeID no válido: no se ejecuta ninguna operación.

5.4.3 Asociaciones

En el proceso habitual de comunicación el controlador es el que solicita información o cambia estado del esclavo. Si por ejemplo queremos que al detectar presencia se encienda una lámpara, las comunicaciones tienen que pasar por el controlador con lo que tardan más. Además este dispositivo tiene que estar siempre escuchando, lo que obliga que sea estático, y es una fuente de error añadida.

Para optimizar el uso de la red, Z-Wave permite crear relaciones entre dos dispositivos del tipo esclavo. Gracias a las asociaciones se reduce el tiempo de las comunicaciones, el uso del canal inalámbrico y se simplifica el proceso.

Una asociación describe una acción específica entre un nodo fuente y nodo destino. El nodo fuente envía una señal de control al nodo destino.

Existen varios tipos de asociaciones:

- Asociación directa: Entre esclavos estándares. El nodo fuente en modo asociación espera hasta recibir el NodeID en la NIF del nodo al que se va asociar para confirmar el proceso. Requiere alcance directo sin encaminamiento.
- Asociación asignada o por asignación: Este tipo de asociación permite conectar dos dispositivos Z-Wave que no están “en línea”. Para ello se necesita la ayuda de un tercer nodo (Controlador), un controlador con el conocimiento de la red completa y sus rutas. El controlador de conexión se sitúa en “modo asociación”, este queda a la espera (1) de la trama de información del nodo fuente y en una segunda etapa (2) una trama de información del nodo destino deseado. De nuevo la trama de Información de los nodos sólo la pueden recibir los nodos en línea, por lo tanto, el controlador necesita tener acceso directo a los dos nodos, pero no al mismo tiempo.

Un ejemplo de un dispositivo Z-Wave con asociación es un interruptor de pared que tiene dos teclas de conmutación (izquierda y derecha).

Para este producto en particular debería haber por lo menos dos grupos de asociación, uno para cada tecla. La mayoría de los interruptores de pared incluyen más grupos que pueden activarse cuando se hace una doble pulsación o cuando ambas teclas están presionadas al mismo tiempo.

Normalmente, el número de nodos receptores por grupo se limita a cinco dispositivos. Esta limitación se debe a la capacidad de memoria limitada de la mayoría de los dispositivos, sin embargo, algunos dispositivos tienen mayores capacidades de memoria y soportan más nodos de destino.

Si los nodos están asignados a un grupo, el dispositivo podrá enviar una señal a todos los dispositivos de destino cada vez que se activa este grupo – normalmente

pulsando un botón, una combinación de teclas o cuando un valor de un determinado sensor alcanza un cierto nivel, etc.

Para garantizar el máximo número de diferentes dispositivos de destino pueden ser controlados, la mayoría de los dispositivos con funciones de asociación usan los comandos de clase BASICOS para controlar los dispositivos de destino, sin embargo, hay dispositivos disponibles que posibilitan la configuración de que comando de clase que se van a utilizar para el control de dispositivos de destino. Con esta función es posible ejecutar funciones especiales en los dispositivos de destino.

5.4.4 Grupos

Los grupos permiten que múltiples dispositivos puedan ser controlados desde un solo botón en un mando a distancia, como si fuesen un solo dispositivo, un solo comando hace que todos los dispositivos de un mismo grupo conmuten de ON a OFF al mismo tiempo. Dado que todos los dispositivos de un grupo reciben los mismos comandos, es normal que todos los dispositivos sean similares. Si los diferentes dispositivos se mezclan, es posible obtener resultados confusos de ahí que se la limitación esta en cinco receptores para el caso de dispositivos con capacidad de memoria. El número de grupos de un nodo fuente dependerá del fabricante y un mismo nodo receptor puede pertenecer a varios grupos.

Generalmente los dispositivos usan la clase de comando básica para el control. En este caso no es obligatorio agrupar dispositivos similares, pero sí recomendable para evitar comportamientos anómalos: al mezclar un dimmer y un interruptor, el primero terminará operando como interruptor.

5.4.5 Escenas

Son usadas para crear una relación entre un grupo de nodos destinatarios y uno origen de modo que el origen sea un controlador predispuesto a enviar comandos de control distintos a cada destino. Esto significa que aumentan las posibilidades respecto a los grupos, siendo más flexibles y potentes, a cambio de hacer uso de una mayor cantidad de memoria.

Al igual que los grupos, las escenas agrupan múltiples dispositivos, sin embargo, mientras que los grupos tratan a todos los dispositivos del mismo modo, las escenas permiten a un controlador enviar comandos diferentes a diferentes dispositivos. Esto da lugar a un sinfín de posibilidades, tales como: “apagar ciertas luces, abrir la ventana B y regular ciertas lámparas al 50%.

5.4.6 Comparación entre grupos, escenas y Asociaciones

Los grupos, las escenas y las asociaciones son diferentes maneras de activar las funciones dentro de la red Z-Wave.

Función	Dispositivo	Definición
Asociación	Solo Esclavos	Envía señales de control a uno o más dispositivos de destino (esclavos o controlador)
Grupo	Esclavos y controladores	Agrupación de múltiples dispositivos que reciben el mismo mensaje de control – por lo general a través de la asociación (de los esclavos o los controladores)
Escena	Solo controladores	Activación de un escenas de conmutación conduce a diferentes dispositivos utilizando diferentes mensajes de control

5.5 Clases de dispositivos según comandos del sistema Z-Wave Plus

Las clases de dispositivos hacen referencia a un modelo concreto y definen los comandos que un dispositivo tiene que soportar obligatoriamente, permitiendo la operatividad entre equipos de distintos fabricantes. Se organizan en una jerarquía de tres niveles:

- Básica: sólo distingue si el dispositivo es controlador, esclavo o esclavo de encaminamiento.
- Genérica: define la función básica que el dispositivo soporta como controlador o esclavo.
- Específica: define una funcionalidad específica. Una clase genérica está formada por varias específicas.

Las clases de comando dentro de una clase de dispositivo pueden ser: obligatorias, permiten la compatibilidad entre fabricantes; recomendadas, promueven la interoperabilidad; u opcionales, permiten diferenciarse de otros fabricantes, el estándar define como se han de soportar las funciones.

Para que el controlador pueda manejar un dispositivo, la trama de información del nodo en el momento de la inclusión transporta la clase de dispositivo y las clases de comandos.

De este modo, un dispositivo que cumpla con el estándar Z-Wave debe:

- Pertenecer a una clase de dispositivos básica y una genérica, soportar las clases de comando obligatorias de cada una de ellas e informar de ello a través de la trama de información de nodo.
- Tener definida una clase de dispositivo específica, también soportar las clases de comando obligatorias asociadas y debe ser anunciada a través de la trama de información de nodo bajo petición, al igual que las clases de comando opcionales implementadas.

[5.6 Resumen de la programación y conexiones del sistema Z-Wave Plus](#)

En este punto se explican los pasos básicos de programación del sistema, como también se explica cómo agregar elementos a nuestro sistema y parametrizarlos.

[5.6.1 Paso 1: Adquisición del programa controlador del centro de control](#)

Una vez se adquiere el centro de control, lo primero es descargarse en un ordenador o en un Smartphone el controlador, que es el programa en el que se podrá configurar todos los parámetros, según el controlador que hayamos adquirido se descargará uno u otro, en la misma caja del producto viene el software para tal fin.

[5.6.2 Paso 2: Agregar dispositivos](#)

Cada dispositivo tiene su controlador con lo que cada elemento que añadamos a nuestra instalación, para poder controlarlo se deberá descargar el pertinente controlador que en la misma caja del producto viene una web para realizar tal tarea.

Una vez hecho esto para añadirlo al sistema únicamente hay que pulsar unos segundos el único botón del dispositivo al lado del controlador, este en unos segundos (cuando el centro de control reciba la señal) se encenderá un led verde indicando que el dispositivo recibe la señal y está operativo.

5.6.3 Paso 3: Parametrización

En el programa descargado para el controlador que hayamos adquirido es posible configurar todos los parámetros que se quiera así como escenarios, asociaciones, etc.

Este programa, por defecto divide los dispositivos por partes de la casa, es decir, por los lugares de acceso, Sala de estar, baños.

Una vez se dentro de la pestaña, se abren las opciones de control de la estancia que deseamos controlar.

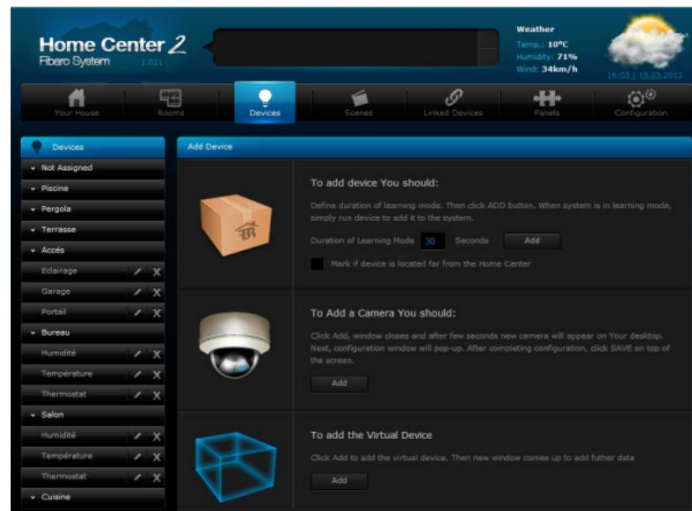


Figura 25 Programa Fibaro

6. Comparativa técnica de ambos sistemas domóticos

A continuación vamos a presentar los puntos fuertes y débiles más destacados de cada uno de los sistemas, sin tener en cuenta el lugar o el tipo de instalación eléctrica en los cuales se vayan a instalar de modo que esta comparativa pueda ser de utilidad al mayor número de personas posibles.

6.1 Sistema KNX- EIB

Los puntos fuertes y débiles de este sistema que se han considerado son:

✓	Mantenimiento	✓	Eficiencia	✗	Economía
✓	Accesibilidad	✓	Fiabilidad	✗	Consumo
✓	Durabilidad	✓	Control		
✓	Seguridad y confort	✓	Alimentación		

6.1.2 Puntos fuertes:

Mantenimiento

Que una vez instalado y configurado el sistema no necesita ningún tipo de mantenimiento, el cliente no se debe preocupar de nada, ya que el sistema trabajará según lo configurado. No necesita ni baterías, ni pilas.

El sistema mide y registra cada punto de carga con lo que disponemos del consumo de cada carga conectada a la red, además del consumo global.

Esto permite regular la energía del sistema y a la vez saber en caso de fallada, la carga que ha fallado.

Accesibilidad

El sistema KNX-EIB puede ser usado para el control de todas las posibles funciones y aplicaciones en casas y edificios desde iluminación, contraventanas, control de seguridad y alarmas, calefacción, ventilación, aire acondicionado, control de agua y de energía, medición, audio y mucho más.

El sistema puede controlarse vía wifi, vía internet, por una pantalla táctil o con el móvil.

Activar/desactivar funciones según si detecta presencia o ausencia de ella.

Durabilidad

Al ser un sistema ampliable, es apto para automatizar edificios como hospitales, escuelas, hoteles, etc.

Seguridad y confort

En caso de que algún PIA o DI nos corte la corriente, sabremos exactamente cuál es el mecanismo que está fallando, con lo que el cliente se puede ahorrar el tener que llamar a un electricista y tener gastos innecesarios, ya que el sistema nos mostrará cual es el elemento que está provocando los errores.

También existe la posibilidad de detectar fugas de gas o agua y cortar el suministro automáticamente mediante una electroválvula.

La seguridad de este sistema es impecable, dispone de sistema anti sabotaje de luz y de línea telefónica.

Los sensores y actuadores no requieren de un centro de control para funcionar correctamente, sino que una vez configurado el sistema, funciona según la programación realizada. Sin embargo, es conveniente disponer de una pantalla táctil.

Es posible instalar un completo sistema de alarmas, con infrarrojos, piro sensores, cámaras y todo lo necesario para la seguridad de la vivienda.

Otro aspecto a tener en cuenta, es que cualquier cambio como añadir o cambiar de lugar un interruptor requiere modificar la instalación eléctrica y hacer obra para que el bus llegue a dicho mecanismo, lo mismo sucede con el sistema de alarma por ejemplo si se instala una videocámara en un lugar y posteriormente se quiere modificar la ubicación de ésta, se debe de hacer una nueva instalación en el nuevo lugar donde se desea instalar.

Eficiencia

Puede programarse el sistema para que no sobrepasemos el máximo contratado incluso podremos limitar el sistema a una potencia inferior a la contratada comprobando así si es posible reducir la potencia contratada.

La forma de reducir los picos de corriente es similar a la de reducir los picos de arranque de un motor asíncrono, es decir, en vez de arrancar el motor a toda su potencia, arrancarlo lentamente. En nuestro caso cuando se enciendan demasiadas cosas a la vez el sistema tratará de entregar la potencia cuando sea posible poco a poco, además de limitar la potencia total entregada justo antes de que salte el ICP, en caso de no ser posible priorizará la entrega de ésta.

Está diseñado para leer los datos de un contador electromecánico o electrónico convencional, se pueden ver los valores de consumo en tiempo real o en caso que lo desee el cliente tenemos la posibilidad de obtener los consumos diarios o mensuales.

Otro factor eficiente es que el sistema puede proporcionar la cantidad de calor o frío por habitaciones separadas para alcanzar así la mejor eficiencia.

Fiabilidad

Al utilizar el cable mallado como vía de envío de mensajes, la fiabilidad es absoluta. Además de que en caso de fallada del bus principal, se suelen instalar dos paralelos para evitar las obras que conllevaría este.

Control

Una vez se han programado todos sus elementos, no requiere de un centro de control sino que cada elemento sabe cuál es su sitio y la función que debe desempeñar en el hogar, sin embargo en caso de querer cambiar la configuración de algún mecanismo, se requiere una reprogramación del sistema.

Alimentación

Se conecta directamente de la red eléctrica del hogar a la fuente de alimentación del sistema, que además incorpora filtros en caso de irregularidades en el suministro con lo que la propia instalación se auto protege.

Requiere opcionalmente de un SAI, en caso de que exista una fallada en la alimentación de la red eléctrica, ya que este dejará de funcionar.

6.1.3 Puntos débiles:

Economía

Uno de los puntos débiles del sistema es la inversión inicial necesaria para la instalación del sistema, ya que requiere de excesivos elementos necesarios para su funcionamiento, además de que cualquier cambio como añadir o cambiar de lugar cualquier sensor requiere modificar la instalación eléctrica y realizar costosas obras para que el bus llegue a los mecanismos que sean necesarios.

Consumo

Este sistema está continuamente a la escucha de cualquier señal bien sea del usuario o de los sensores, este permanente estado de alerta significa un constante consumo de energía.

6.2 Sistema Z-Wave

Los puntos fuertes y débiles de este sistema que se han considerado son:

✓	Mantenimiento	✓	Eficiencia	✗	Alimentación
✓	Accesibilidad	✓	Fiabilidad	✗	Control
✓	Durabilidad	✓	Economía		
✓	Seguridad y confort	✓	Consumo		

6.2.1 Puntos fuertes:

Mantenimiento

Trabaja en la banda de los 868 MHz evitando así la gran cantidad de emisoras en la banda de 2.4 GHz y de 5 GHz, se evitan también las interferencias con el wifi.

El sistema mide y registra cada punto de carga con lo que disponemos del consumo de cada carga conectada a la red, además del consumo global.

Esto permite regular la energía del sistema y a la vez saber en caso de fallada, la carga que ha fallado.

Accesibilidad

Tiene la posibilidad de controlar la vivienda desde el exterior, desde un Smartphone o Tablet pero además dispone de un llavero con el que se puede abrir la puerta de su casa o la puerta del parking.

Existe un módulo para controlar por voz muchas de sus aplicaciones como por ejemplo si uno está en el sofá y desea ver una película, dice en voz alta una orden previamente configurada y se adapta la sala como uno desea ver una película, atenuar la luz, bajar persianas, etc.

Durabilidad

Al ser un sistema ampliable, tiene la posibilidad de ampliarse de una forma fácil y rápida, además de que tiene una baja obsolescencia.

Seguridad y confort

Es posible instalar un completo sistema de alarmas, con infrarrojos, piro sensores, cámaras y todo lo necesario para la seguridad del hogar por un precio considerablemente inferior que el sistema KNX-EIB

En caso de fallada del suministro de energía eléctrica, el sistema en su conjunto avisará de alarma pero funcionará normalmente, por ejemplo si deseas bajar las persianas sin electricidad, no las bajará pero te avisará, sin embargo, el sistema de alarma seguirá funcionando y si detecta un intruso te avisará.

Como sistema basado en la comunicación inalámbrica, utiliza Radiofrecuencia baja, esto hace que no sea necesario hacer obras, además que una vez puesto un elemento de la instalación en un lugar específico, cambiarlo de lugar no representa un problema, se puede quitar de un sitio y situarlo en otro lugar sin ningún problema, siempre y cuando este elemento sea de control.

Lo mismo sucede con el sistema de alarma, cambiar de lugar por ejemplo un infrarrojo es cuestión de minutos, sin necesidad de realizar obras.

Otra gran comodidad es que además de disponer de un llavero sin necesidad de un Smartphone puede abrir la puerta de su casa o la puerta del parking.

La seguridad que presenta también es impecable, ya que dispone de sistema de alimentación independiente con lo que no afecta a la seguridad un corte del suministro de luz y también dispone de GPRS en caso de corte de la línea telefónica, pero al basarse en una comunicación inalámbrica, el sistema puede verse afectado por las interferencias electromagnéticas.

Eficiencia

Al igual que en el anterior sistema, puede programarse para que no sobrepasemos el máximo contratado incluso podremos limitar el sistema a una potencia inferior a la contratada comprobando así si es posible reducir la potencia contratada.

Utiliza la misma forma para reducir los picos de corriente, también está diseñado para leer los datos de un contador electromecánico o electrónico convencional, en el que se pueden ver los valores de consumo en tiempo real o en caso que lo desee el cliente tenemos la posibilidad de obtener los consumos diarios o mensuales.

También puede proporcionar la cantidad de calor o frío por habitaciones separadas para alcanzar así la máxima eficacia.

Fiabilidad

Es un sistema inalámbrico fiable, porque se establece una red en malla (red mesh) donde los nodos se ayudan unos a otros en la comunicación vía radio, donde se puede consultar el estado de los nodos y la entrega de todos los mensajes está verificada, ya que tanto los sensores como actuadores funcionan además como repetidores de señal.

Economía

El precio de una instalación con las mismas prestaciones que el sistema EIB-KNX es considerablemente más económica, además de que sus elementos también lo son y en caso de cambiar de posición cualquier elemento, no necesita obras.

El sistema Z-Wave plus ofrece la posibilidad de efectuar cambios, modificaciones o ampliaciones sin la necesidad de realizar obras. Si se desea ampliar la instalación añadiendo elementos que se alimenten de la red eléctrica, únicamente es necesario realizar obras al menos de la línea de fuerza.

Consumo

El consumo de este sistema es realmente bajo, esto es debido a que no está permanentemente a la escucha, sino que de una forma inteligente utiliza los sensores y en caso de detectar que no hay presencia en casa efectúa intervalos de escucha en el interior.

6.2.2 Puntos débiles:

Alimentación

Los elementos del sistema se alimentan independientemente con pilas extraíbles, el sistema te comunicará cuando necesite sustitución de estas pero aproximadamente cada dos años habrá que sustituir dos pilas por cada elemento que tengamos instalado.

Control

Es necesario al menos un centro de control, para ofrecer un control total a los usuarios del sistema domótico, que además es responsable del control desde el exterior de la vivienda.

Es posible configurar y ejecutar una red Z-Wave solamente con un mando a distancia, pero ciertas funciones como programación horaria y escenas disparadas por eventos solamente pueden ser llevadas a cabo con centros de control inalámbricos o un PC con un software de domótica.

6.3 Conclusiones

Cada sistema presenta unas cualidades para el usuario, pero depende de muchos factores como el lugar, las condiciones de trabajo, la finalidad con la que cada usuario desee instalar un sistema domótico.

Depende del usuario escoger el sistema domótico más adecuado, según las virtudes y defectos que el sistema puede aportar al usuario.

Sin embargo, el Z-Wave Plus, al basarse en la comunicación inalámbrica presenta algunas ventajas importantes que a muchos usuarios les serán de gran ayuda para poder escoger.

Económicamente se ha marcado el sistema KNX-EIB muy negativo, los motivos quedan justificados en el siguiente punto, donde en dos casos diferentes, se observan diferencias entre ellos muy relevantes.

Sin embargo, para el correcto funcionamiento del sistema KNX-EIB son necesarios excesivos elementos para que el sistema funcione correctamente y todos los elementos de éste han de ir conectados por cable, este hecho repercute en una inversión inicial muy elevada.

A continuación se expone una tabla resumen de los resultados obtenidos en esta comparativa.

Simbolo	Significado	Características relevantes	KNX-EIB	Z-Wave Plus
++	Muy Positivo	Mantenimiento	+	+
+	Positivo	Accesibilidad	+	++
0	normal	Durabilidad	+	+
-	Negativo	Seguridad	+	+
--	Muy negativo	Confort	+	++
		Eficiencia	+	+
		Fiabilidad	+	+
		Control	+	0
		Economía	--	+
		Alimentación	+	0
		Consumo	0	+

Leyenda

Tabla comparativa

7. Comparativa en una vivienda de electrificación básica

A continuación se ha realizado una comparación de precios de ambos sistemas en conjunto en una vivienda común, con un grado de electrificación básica, el presupuesto realizado nos permitirá conocer el coste de la instalación y realizar un estudio sobre el tiempo de amortización. Además puede ser de utilidad para personas con viviendas similares a esta y disponer de un precio aproximado de ésta.

Hemos decidido que la instalación eléctrica se va a instalar será nueva, debido a que la mayoría de la población hasta el año 2011, en el caso de instalar un sistema domótico necesitaría una reforma eléctrica debido a la antigüedad de las viviendas. Según el Instituto Nacional de Estadística de España, ver anexo 6.

Se ha realizado un estudio de la potencia contratada que resulta 3,2 kW, se adjunta una tabla en el anexo 7, pero para realizar la amortización de los sistemas, se ha considerado la media de consumo en España, que resulta de 60€/mes según los datos obtenidos de Red Eléctrica de España.

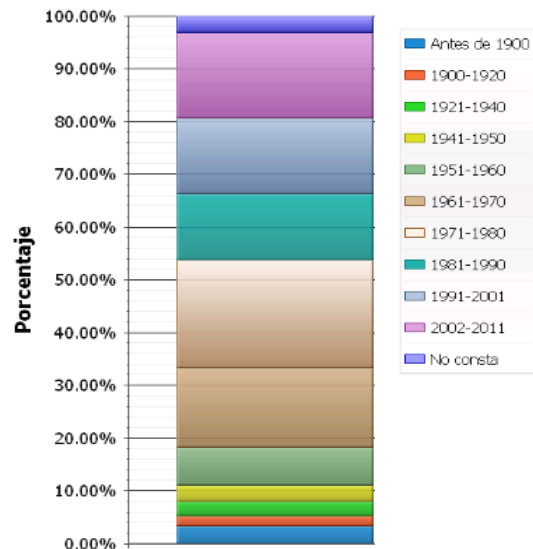


Figura 26 Gráfico de porcentaje de viviendas según año de construcción

Los hogares españoles se gastan 56,3 euros en promedio en su factura eléctrica mensual. Esta es la conclusión relativa al segundo trimestre de 2015 de la [Comisión Nacional del Mercado y la Competencia \(CNMC\)](#) y elaborada en el marco del [Panel de Hogares CNMC](#), un encuesta lanzada entre 3.929 hogares y 7.979 individuos.

Artículo de El País

El ahorro energético aproximado es de un 30% en ambos sistemas, no se ha considerado:

- El consumo de los sistemas.
- El mantenimiento de las baterías o fuentes de alimentación.
- Posibles averías de los elementos domóticos.

Los criterios de esta instalación eléctrica en la vivienda descrita a continuación han sido:

- La vivienda descrita no es de nueva construcción, sino que es un presupuesto de una nueva instalación eléctrica.
- Los elementos que se conectan a la instalación como interruptores, enchufes, lámparas, fluorescentes, etc. No van incluidos en el presupuesto. Excepto en los sistemas domóticos.

7.1 Datos de la vivienda con un grado de electrificación básica:

Constará de una planta con una altura máxima de 3 metros

Área de la vivienda mínimo 70 m²

Superficies de las estancias de la vivienda:

Planta	Estancia	Superficie (m ²)
ÚNICA	Recibidor	5,18
	Sala de estar	21,45
	Lavabo	5,31
	Pasillo	3,23
	Cocina	11,22
	Dormitorio 1	8,83
	Dormitorio 2	15,54

Tabla de áreas de la vivienda

7.2 Datos eléctricos de la vivienda con un grado de electrificación básica:

C₁: Circuito de distribución interna, destinado a alimentar los puntos de iluminación.

C₂: Circuito de distribución interna, destinado a tomas de corriente de uso general y frigorífico.

C₃: Circuito de distribución interna, destinado a alimentar la cocina y el horno.

C₄: Circuito de distribución interna, destinado a alimentar la lavadora, lavavajillas y termo eléctrico.

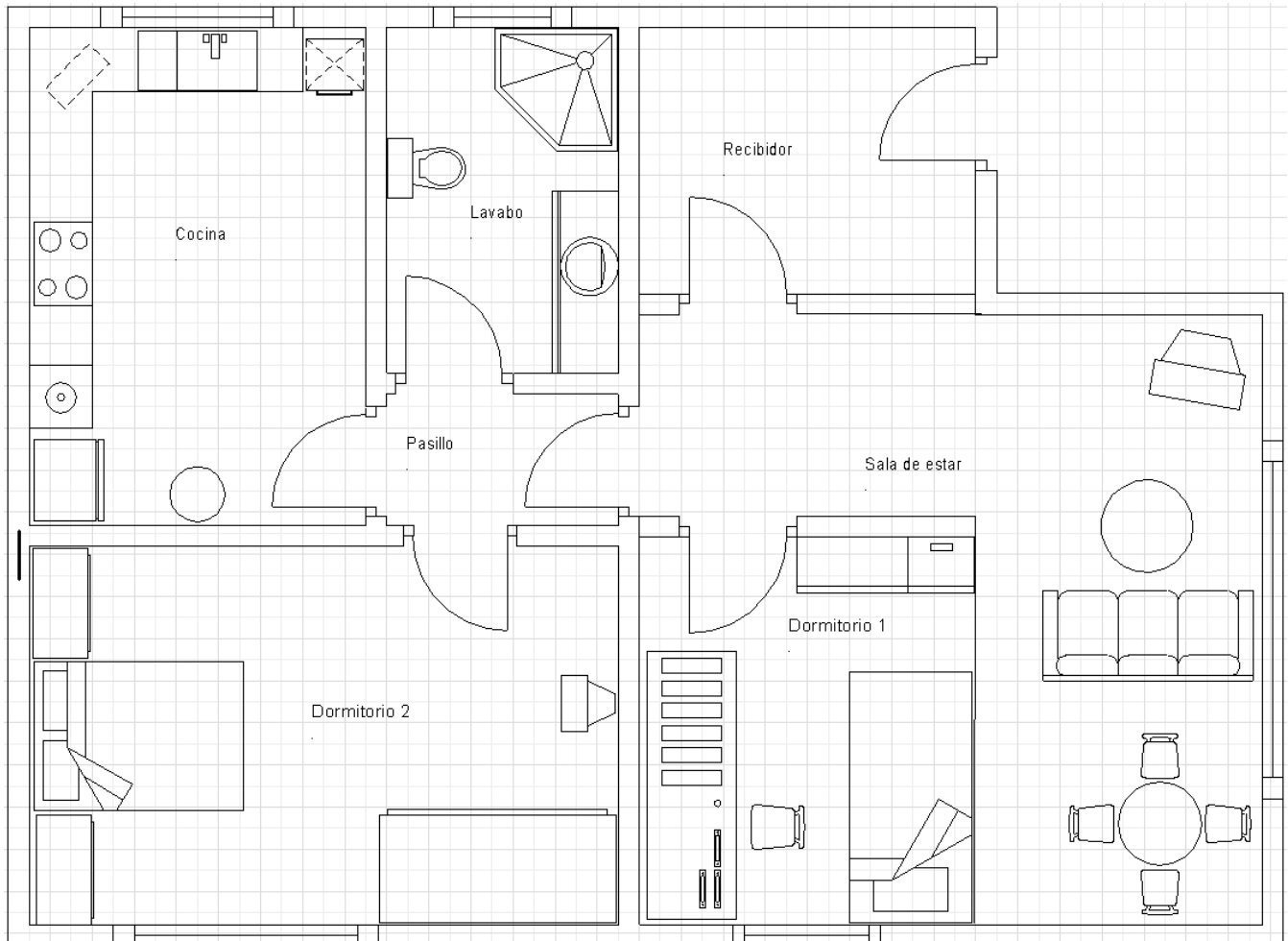
C₅: Circuito de distribución interna, destinado a alimentar las tomas de corriente de los cuartos de baño y cocina.

C₆: Circuito adicional de distribución interna, destinado a la alimentación del sistema de automatización, gestión técnica de la energía y de seguridad.

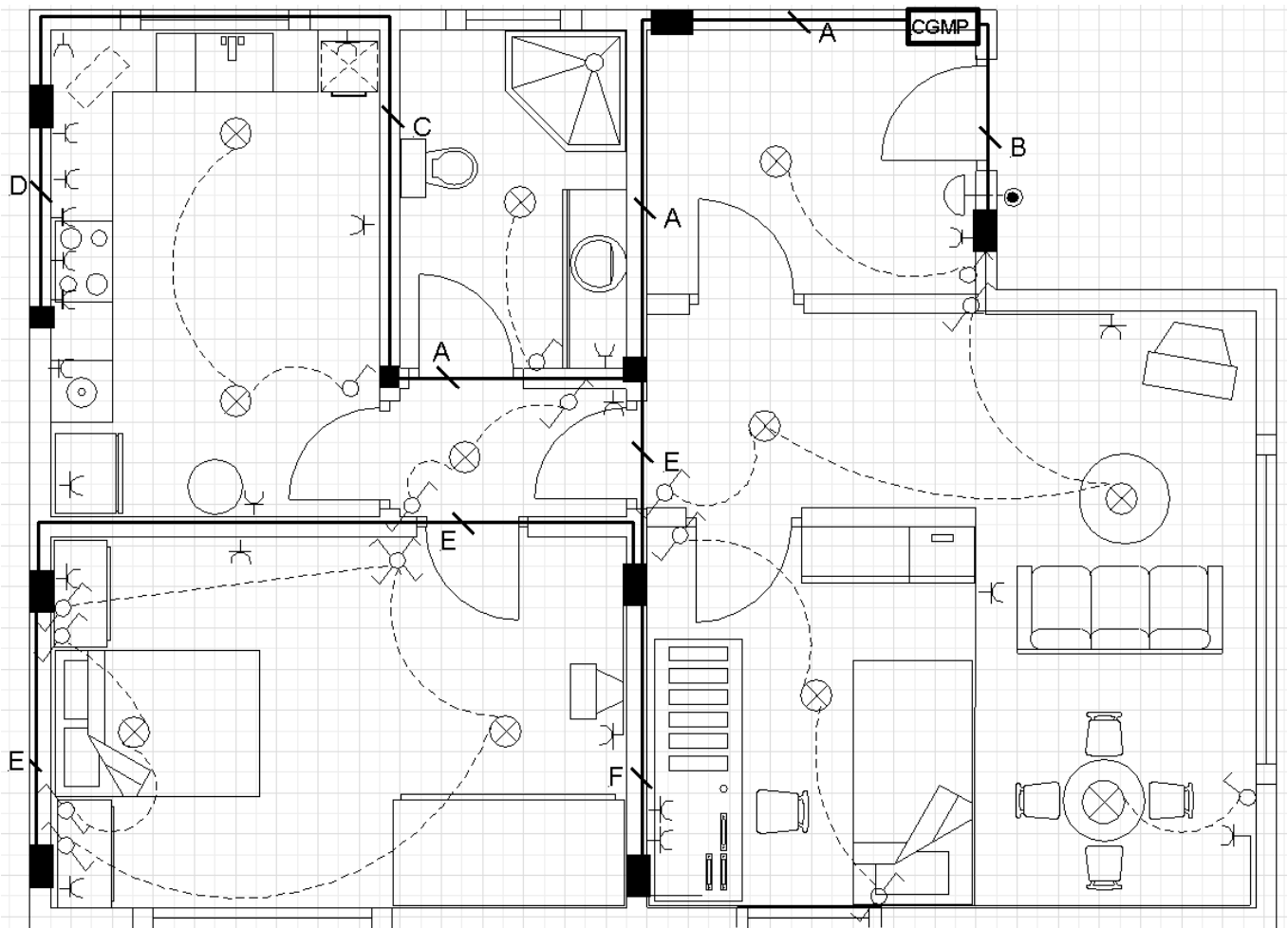
Se ha considerado una potencia contratada de 3,3 kW en base a

7.3 Planos de la vivienda con un grado de electrificación básica:

7.3.1 Plano por estancias de la vivienda



7.3.2 Plano eléctrico unifilar de la vivienda



Leyenda

- A: Consta de los circuitos 1, 2, 3, 4, 5 y 6.
- B: Consta de los circuitos 1, 2 y 6.
- C: Consta de los circuitos 1, 2, 3, 4 y 6.
- D: Consta de los circuitos 2, 3, 4 y 6.
- E: Consta de los circuitos 1, 2 y 6.
- F: Consta de los circuitos 1, 2 y 6.

7.4 Conclusiones de la comparativa en una vivienda de electrificación básica

Hemos obtenido las siguientes tablas realizando la comparativa entre una vivienda de electrificación básica, que se adjunta en el anexo 7, con una vivienda idéntica pero instalando el sistema domótico EIB-KNX, que se adjunta en el anexo 8 y finalmente con una vivienda idéntica pero instalando el sistema domótico Z-Wave Plus, que se adjunta en el anexo 9.

Los resultados obtenidos del presupuesto detallado son los siguientes:

Coste de la instalación eléctrica de electrificación básica

PRESUPUESTO PARCIAL					
CAPÍTULO	DEFINICIÓN	IMPORTE PARCIAL	SUBTOTAL	SUBTOTAL	TOTAL
1.1	Líneas y canalizaciones	807,03 €			
1.2	Mano de obra paleta	480,00 €			
TOTAL P. E. M.			1.287,03 €		
GASTOS GENERALES (13 %)			167,31 €	1.454,34 €	
SUBTOTAL CON GASTOS GENERALES					
BENEFICIO INDUSTRIAL 15 %				218,15 €	
PRESUPUESTO DE CONTRATACION (sin I.V.A)					1.672,50 €
I.V.A 21%					351,22 €
PRESUPUESTO PARCIAL					2.023,72 €

Incremento del sistema KNX-EIB sobre la instalación de electrificación básica

PRESUPUESTO TOTAL					
CAPÍTULO	DEFINICIÓN	IMPORTE PARCIAL	SUBTOTAL	SUBTOTAL	TOTAL
1.1	Líneas y canalizaciones	1.034,98 €			
1.2	Mano de obra paleta	480,00 €			
TOTAL P. E. M.			1.514,98 €		
GASTOS GENERALES (13 %)			196,95 €	1.711,93 €	
SUBTOTAL CON GASTOS GENERALES					
BENEFICIO INDUSTRIAL 15 %				256,79 €	
PRESUPUESTO DE CONTRATACION (sin I.V.A)					1.968,72 €
I.V.A 21%					413,43 €
PRESUPUESTO PARCIAL					2.382,15 €
INVERSIÓN EN DOMOTICA KNX-EIB					19.387,57 €
PRESUPUESTO TOTAL					21.769,72 €

Incremento del Sistema Z-Wave Plus sobre la instalación eléctrica básica

PRESUPUESTO TOTAL					
CAPÍTULO	DEFINICIÓN	IMPORTE PARCIAL	SUBTOTAL	SUBTOTAL	TOTAL
1.1	Líneas y canalizaciones	616,16 €			
1.2	Mano de obra paleta	320,00 €			
TOTAL P. E. M.			936,16 €		
GASTOS GENERALES (13 %)			121,70 €		
SUBTOTAL CON GASTOS GENERALES				1.057,86 €	
BENEFICIO INDUSTRIAL 15 %				158,68 €	
PRESUPUESTO DE CONTRATACION (sin I.V.A)					1.216,54 €
I.V.A 21%					255,47 €
PRESUPUESTO PARCIAL					1.472,01 €
INVERSIÓN EN DOMOTICA KNX-EIB					4.584,73 €
PRESUPUESTO TOTAL					6.056,74 €

Amortización de ambos sistema

Sistema	Ahorro mensual (€)	Ahorro anual (€)	Inversión inicial (€)	Tiempo de amortización (años)
KNX-EIB	18	216	19387,57	89,75726852
Z-Wave Plus	18	216	4584,73	21,22560185

Tabla de amortización

Después de obtener los presupuestos de la instalación eléctrica con ambos sistemas, las conclusiones para un hogar común de nivel medio son:

- Considerando que las prestaciones domóticas de ambos sistemas domóticos, son las mismas, económicamente hay un ahorro de **14.244,84 €** si escogemos el sistema Z-Wave Plus en vez del KNX-EIB.
 - Esto es debido a que con el sistema KNX-EIB, no existe posibilidad de ahorro a la hora de realizar la instalación eléctrica, ya que los metros de cable eléctrico utilizados no los mismos que al realizar una instalación convencional, además se añade el coste del bus a la instalación. En cambio existe un ahorro en la instalación eléctrica de **910,14 €** por los metros de cable, el bus y por la faena que se ahorran los instaladores en favor del sistema Z-Wave plus, ya que no hay necesidad de hacer llegar la línea de alimentación hasta los interruptores sino

que van directos al punto de consumo, lo único que es necesario un pequeño dispositivo (Bypass), que hace posible el control remoto de los elementos.

- Según el estudio de la amortización realizado, queda reflejado que la amortización de la inversión en domótica para ambos sistemas, resulta elevada, aunque esto ya se daba por supuesto, dado que estos sistemas aportan confort. Pero puede verse que en el caso de KNX-EIB este tiempo es muchísimo mayor.

8. Comparativa en una vivienda de electrificación elevada

En este capítulo se ha realizado una comparación de precios de todo el conjunto de elementos en una vivienda de nivel medio-alto con ambos sistemas con un grado de electrificación elevada, el presupuesto realizado nos permitirá conocer el coste de la instalación y realizar un estudio sobre el tiempo de amortización. Además puede ser de utilidad para personas con viviendas similares a esta y disponer de un precio aproximado de ésta.

En el supuesto caso en que realizáramos una instalación eléctrica en la vivienda descrita a continuación y cumpliendo con los siguientes criterios:

- La vivienda no es de nueva construcción sino que es un presupuesto de una nueva instalación eléctrica.
- Los elementos que se conectan a la instalación como interruptores, enchufes, lámparas, etc. No van incluidos en el presupuesto. Excepto en el caso de los sistemas domóticos.

Se ha realizado un estudio de la potencia contratada que resulta 6,6 kW, se adjunta una tabla en el anexo 8, de este modo entre la anterior comparativa y la siguiente se contempla el 65,2 % de hogares en España.

Para realizar la amortización de los sistemas, se ha aumentado un 50% la media de consumo en España que resulta de 90€/mes, según los datos extraídos de Red Eléctrica de España, este aumento se justifica por el número de habitaciones de la vivienda de la vivienda de electrificación elevada que se detalla a continuación.

Potencia eléctrica contratada por el hogar (porcentaje de hogares)

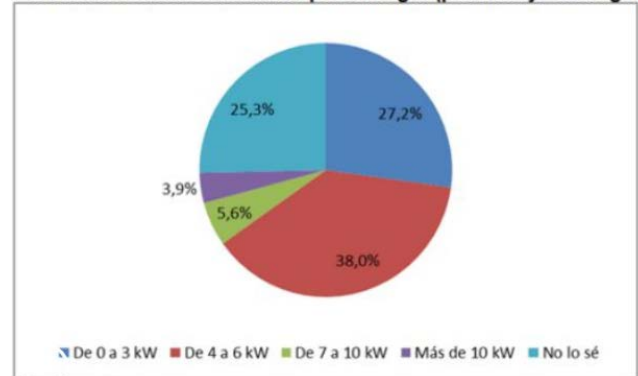


Gráfico de potencia contratada en España

El ahorro energético aproximado es de un 30% en ambos sistemas, no se ha considerado:

- El consumo de los sistemas domóticos.
- El mantenimiento de las baterías o fuentes de alimentación.
- Posibles averías de los elementos domóticos.

8.1 Datos de la vivienda con un grado de electrificación elevada:

Constará de dos plantas con una altura máxima de 7 metros

Área de la vivienda mínimo 200 m²

Superficies de las estancias de la vivienda:

Planta	Estancia	Superficie (m ²)
BAJA	Recibidor	5,58
	Cocina	28,85
	Sala de estar	48,31
	Lavabo 1	7,73
	Pasillo	9,46
	Oficina	12,27
	Garaje	46,4

Planta	Estancia	Superficie (m ²)
PRIMERA	Dormitorio 1	15,56
	Dormitorio 2	19,39
	Dormitorio 3	37,48
	Lavabo 2	8,12
	Lavabo 3	16,05
	Pasillo	10,34
	Balcón	5,65

8.2 Datos eléctricos de la vivienda con un grado de electrificación elevada:

C₁: Circuito de distribución interna, destinado a alimentar los puntos de iluminación.

C₂: Circuito de distribución interna, destinado a tomas de corriente de uso general y frigorífico.

C₃: Circuito de distribución interna, destinado a alimentar la cocina y el horno.

C₄: Circuito de distribución interna, destinado a alimentar la lavadora, lavavajillas y termo eléctrico.

C₅: Circuito de distribución interna, destinado a alimentarlas tomas de corriente de los cuartos de baño.

C₆: Circuito adicional de distribución interna, destinado a alimentar los puntos de iluminación.

C₇: Circuito adicional de distribución interna, destinado a tomas de corriente de uso general.

C₈: Circuito adicional de distribución interna, destinado a la instalación de aire acondicionado.

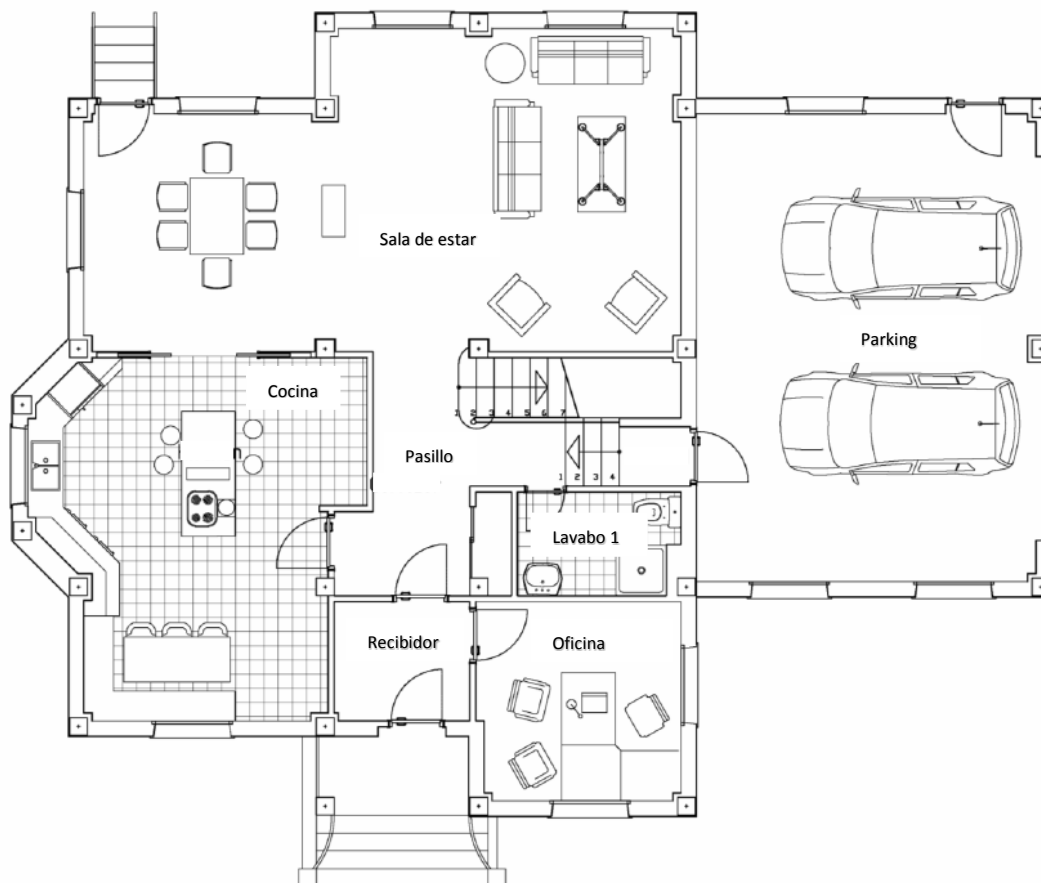
C₉: Circuito adicional de cualquiera de los tipos C₃ o C₄, cuando se prevean o circuito adicional del tipo C₂, cuando su número de tomas de corriente no exceda de 6.

C₁₀: Circuito adicional de distribución interna, destinado a la alimentación del sistema de automatización, gestión técnica de la energía y de seguridad.

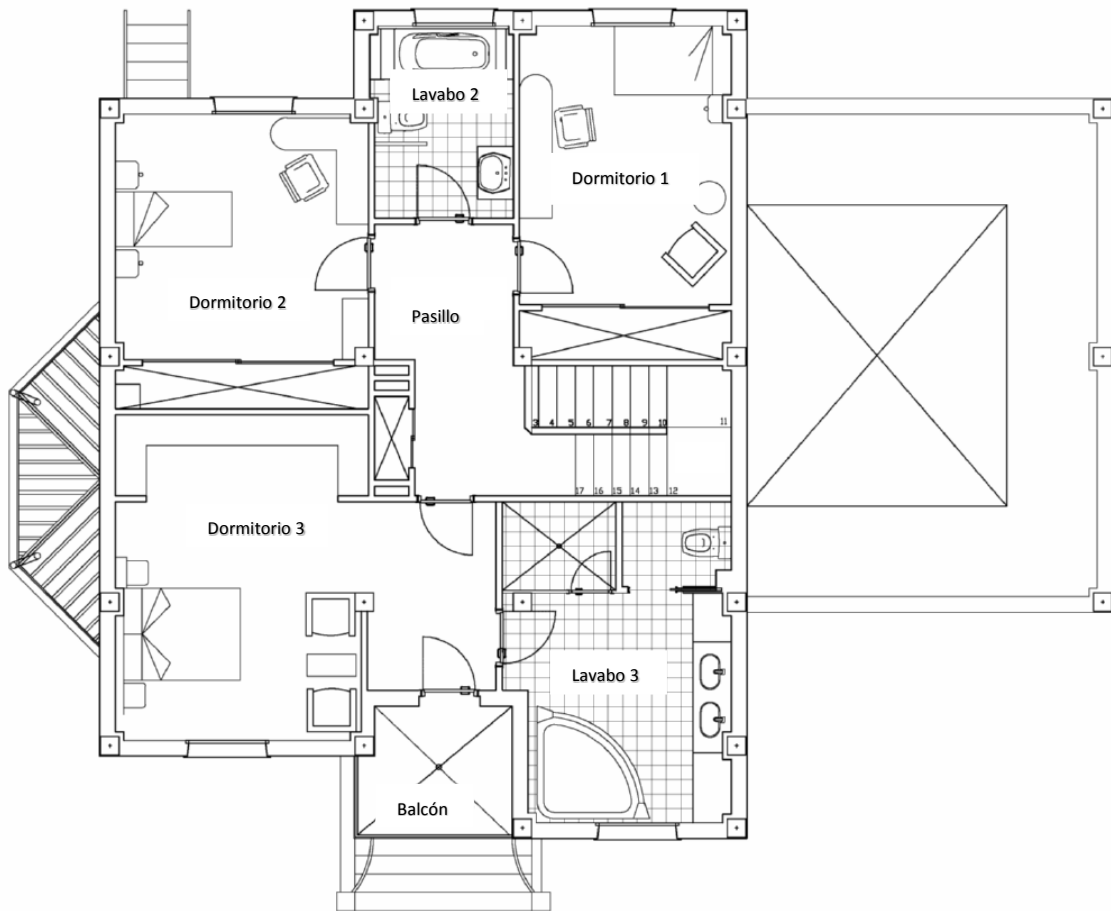
8.3 Planos de la vivienda con un grado de electrificación elevada:

8.3.1 Plano por estancias de la vivienda

Planta baja:

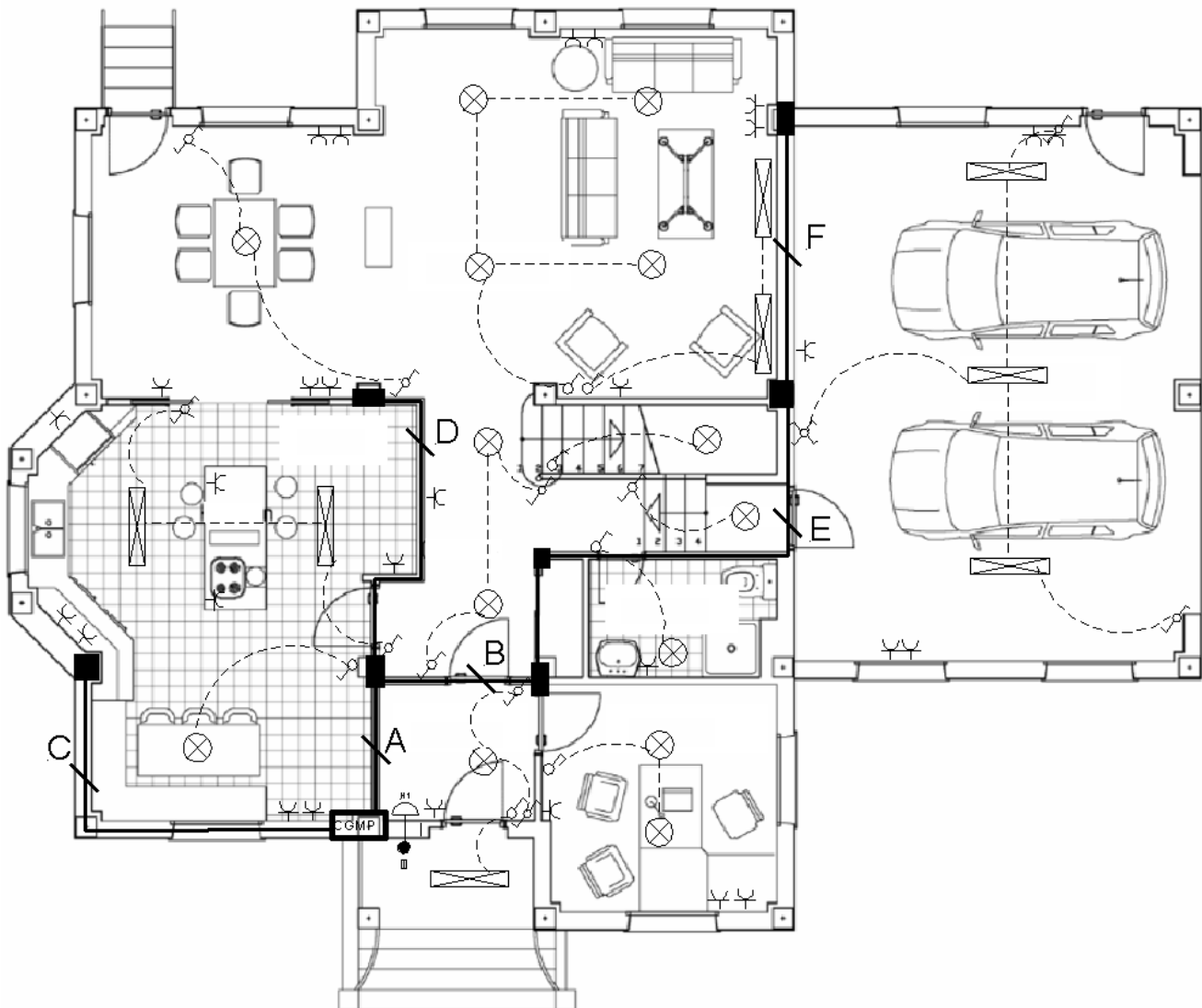


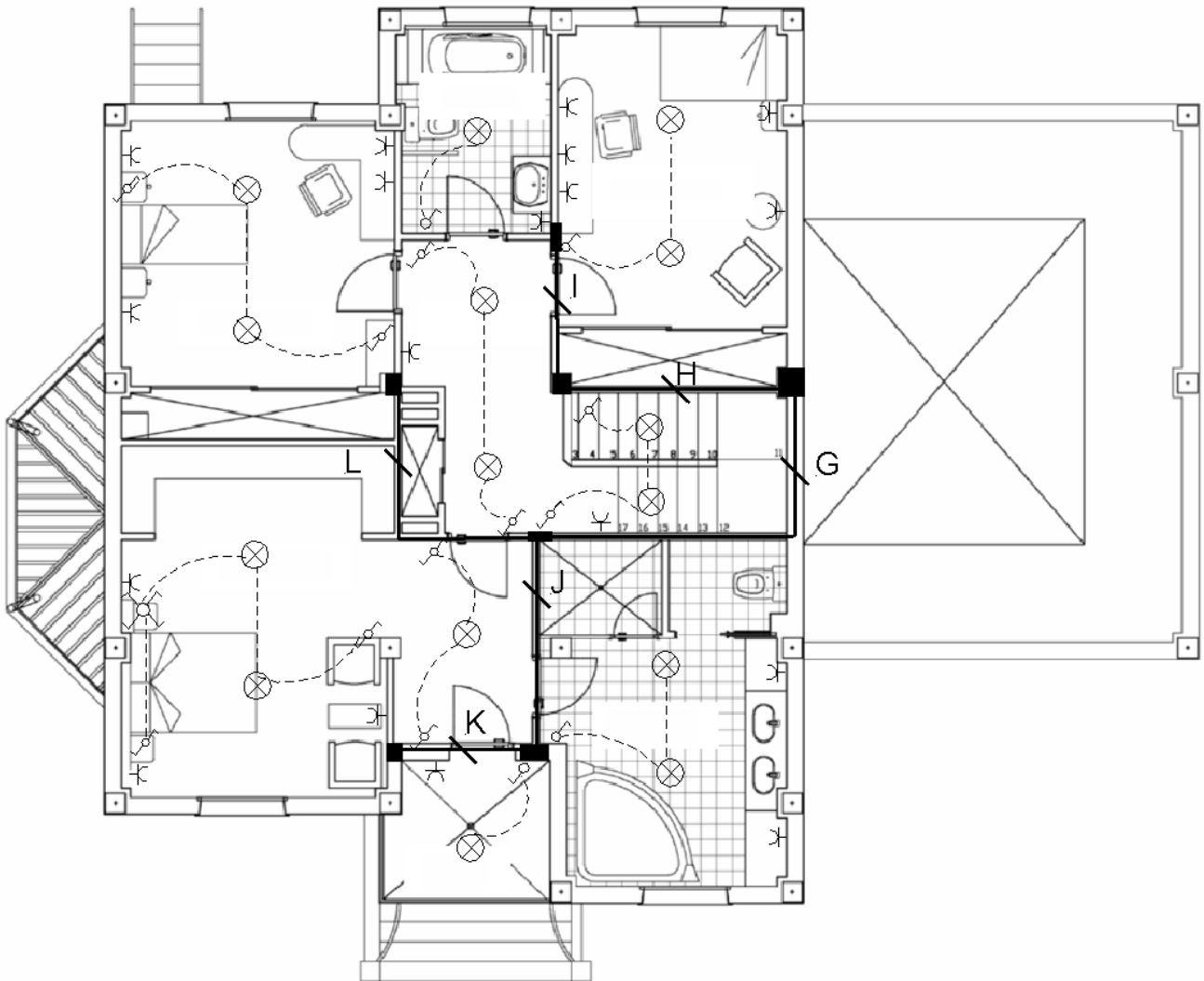
Primera Planta:



8.3.2 Planos eléctricos de la vivienda con un grado de electrificación elevada:

Planta baja:



Primera Planta:Leyenda

- A: Consta de los circuitos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9 y 10.
- B: Consta de los circuitos 1, 2, 5, 6, 7, 9 y 10.
- C: Consta de los circuitos 1, 2, 3 y 4.
- D: Consta de los circuitos 1, 2, 3 y 4.
- E: Consta de los circuitos 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9 y 10.
- F: Consta de los circuitos 5, 6, 7, 8, 9 y 10.
- G: Consta de los circuitos 5, 6, 7, 8, 9 y 10.
- H: Consta de los circuitos 5, 6, 7, 8, 9 y 10.
- I: Consta de los circuitos 5, 6, 7, 8, 9 y 10.
- J: Consta de los circuitos 5, 6, 7, 8, 9 y 10.
- K: Consta de los circuitos 6, 7, 8, 9 y 10.
- L: Consta de los circuitos 6, 7, 8, 9 y 10.

8.4 Conclusiones de la comparativa en una vivienda de electrificación elevada

En este punto se ha realizado una comparativa entre una vivienda de electrificación elevada, que se adjunta en el anexo 10, con una vivienda idéntica pero instalando el sistema domótico EIB-KNX, que se adjunta en el anexo 11 y finalmente con una vivienda idéntica pero instalando el sistema domótico Z-Wave Plus, que se adjunta en el anexo 12.

Los resultados obtenidos del presupuesto detallado son los siguientes:

Coste de la instalación eléctrica de electrificación elevada

PRESUPUESTO TOTAL					
CAPÍTULO	DEFINICIÓN	IMPORTE PARCIAL	SUBTOTAL	SUBTOTAL	TOTAL
1.1	Líneas y canalizaciones	1.689,34€			
1.2	Mano de obra paleta	1.400,00€			
TOTAL P. E. M.					
GASTOS GENERALES (13 %)			3.089,34€		
SUBTOTAL CON GASTOS GENERALES				401,61€	
BENEFICIO INDUSTRIAL 15 %				3.490,95€	
PRESUPUESTO DE CONTRATACION (sin I.V.A)				523,64€	
I.V.A 21%					4.014,60€
PRESUPUESTO PARCIAL					843,07€
					4.857,66€

Incremento del Sistema KNX-EIB sobre la instalación de electrificación elevada

PRESUPUESTO TOTAL					
CAPÍTULO	DEFINICIÓN	IMPORTE PARCIAL	SUBTOTAL	SUBTOTAL	TOTAL
1.1	Líneas y canalizaciones	1.959,59€			
1.2	Mano de obra paleta	1.400,00€			
TOTAL P. E. M.					
GASTOS GENERALES (13 %)			3.359,59€		
SUBTOTAL CON GASTOS GENERALES				436,75€	
BENEFICIO INDUSTRIAL 15 %				3.796,34€	
PRESUPUESTO DE CONTRATACION (sin I.V.A)				569,45€	
I.V.A 21%					4.365,79€
PRESUPUESTO PARCIAL					916,82€
INVERSIÓN EN DOMOTICA KNX-EIB					5.282,60€
PRESUPUESTO TOTAL					32.842,53€
					38.125,13€

Incremento del Sistema Z-Wave Plus sobre la instalación de electrificación elevada

PRESUPUESTO TOTAL					
CAPÍTULO	DEFINICIÓN	IMPORTE PARCIAL	SUBTOTAL	SUBTOTAL	TOTAL
1.1	Líneas y canalizaciones	1.414,89 €			
1.2	Mano de obra paleta	1.240,00 €			
TOTAL P. E. M.					
GASTOS GENERALES (13 %)			2.654,89 €		
SUBTOTAL CON GASTOS GENERALES				345,14 €	
BENEFICIO INDUSTRIAL 15 %				3.000,03 €	
PRESUPUESTO DE CONTRATACION (sin I.V.A)				450,00 €	
I.V.A 21%					3.450,03 €
PRESUPUESTO PARCIAL					724,51 €
INVERSIÓN EN DOMOTICA Z-WAVE PLUS					4.174,54 €
PRESUPUESTO TOTAL					9.587,16 €
					13.761,70 €

Amortización de ambos sistema

Sistema	Ahorro mensual (€)	Ahorro anual (€)	Inversión inicial (€)	Tiempo de amortización (años)
KNX-EIB	27	324	32842,53	101,3658333
Z-Wave Plus	27	324	9587,16	29,59

Tabla de amortización

Después de obtener los presupuestos de la instalación eléctrica con ambos sistemas, las conclusiones para un hogar común de nivel medio-alto comprobamos que son muy similares a la de la anterior comparativa:

- Las prestaciones de ambos sistemas domóticos son idénticas, sin embargo, hay una diferencia de **24.363,43 €** en favor del sistema Z-Wave Plus.
 - Esto es debido a que con el sistema KNX-EIB, no existe posibilidad de ahorro a la hora de realizar la instalación eléctrica, ya que los metros de cable eléctrico utilizados no los mismos que al realizar una instalación convencional, además se añade el coste del bus a la instalación. En cambio existe un ahorro en la instalación eléctrica de **1.108,06 €** por los metros de cable, el bus y por la faena que se ahorran los instaladores en favor del sistema Z-Wave plus, ya que no hay necesidad de hacer llegar la línea de alimentación hasta los interruptores sino que van directos al punto de consumo, lo único que es necesario un pequeño dispositivo (Bypass), que hace posible el control remoto de los elementos.

- Según el estudio de la amortización realizado, queda reflejado que la amortización de la inversión en domótica para ambos sistemas, resulta elevada, aunque esto ya se daba por supuesto, dado que estos sistemas aportan confort. Pero puede verse que en el caso de KNX-EIB este tiempo es muchísimo mayor.

9 Conclusiones finales

Este proyecto permitido conocer y analizar dos sistemas domóticos actuales, en primer lugar el sistema domótico KNX-EIB y en segundo lugar el sistema domótico inalámbrico Z-Wave plus.

El análisis realizado entre ambos sistemas domóticos, se ha basado en el conocimiento de su estructura, funcionamiento, configuración, las prestaciones de sus elementos, las ventajas e inconvenientes que presentan cada uno de ellos.

Por otra parte, las comparativas realizadas permiten conocer y comprender los elementos necesarios de las instalaciones eléctricas domésticas más usuales y que aportan ambos sistemas, además de dar precio a sus elementos de la instalación general, el ahorro anual de los sistemas, el tiempo de amortización, etc.

Finalmente, de esta comparativa se concluye; que para una instalación doméstica, el sistema domótico Z-Wave Plus, por cuestiones económicas y por la tecnología que utiliza, ofrece una serie de ventajas respecto al KNX-EIB como se pueden observar en el capítulo 6.3 y económicamente se demuestra en los capítulos 7.4 y 8.4.

Las prestaciones que proporciona Z-Wave Plus no tienen nada que envidiar al sistema KNX-EIB, ya que son muy similares pero a un coste significativamente inferior, como se puede ver en los anexos 8, 9, 11 y 12.

Esta comparativa, puede ser útil a posibles compradores o personas interesada en el tema, como guía, para escoger entre estos dos sistemas y puedan decidir cuál es el que más le interesa, pero los motivos de adquisición de uno de los dos debe ser por comodidad y/o seguridad, aunque en ningún caso se podrá argumentar un ahorro económico.

Las motivaciones para adquirir uno de ambos sistemas domóticos, según las casas comerciales, pueden ser un tanto cuestionables. Del estudio, si se puede decir que las más comunes son: **por ahorro económico, por comodidad y por seguridad**, según se explica seguidamente.

- **Ahorro económico**

Si la motivación de la compra de estos productos, es **por ahorro** energético con el fin de reducir el consumo de luz, el resultado es el siguiente:

En este proyecto se demuestra en ambas comparativas económicas, ninguno de los dos sistemas muestra un ahorro a corto o medio plazo.

Únicamente el sistema Z-Wave muestra un ahorro económico a largo plazo, sin embargo, en el transcurso de este período de amortización hay muchos imprevistos a contemplar, como pueden ser un cambio de vivienda, alguna avería o degradación que se pudiera ocasionar en el sistema, etc.

- **Comodidad**

En el caso de que el usuario quiera adquirir un sistema domótico justificando **la comodidad** que ofrece, ambos sistemas tienen una gran variedad de elementos que proporcionan al usuario un gran confort. En este punto ambos sistemas se diferencian poco, ya que los dos sistemas presentan similares elementos de comodidad como se pueden comparar en los anexos 8 y 9, sin embargo, hay que mencionar como hemos podido ver en las comparativas realizadas, que por similares elementos y las mismas comodidades, con el sistema KNX-EIB el presupuesto es considerablemente más elevado.

Otra ventaja que presenta el sistema Z-Wave Plus en lo que a comodidad se refiere, es la posibilidad de poder cambiar de lugar, todos sus elementos de control y de seguridad de ubicación sin necesidad de hacer obras, como por ejemplo una cámara de video vigilancia, un infrarrojos, un detector de presencia, los interruptores de iluminación y persianas de las habitaciones, entre otros. Esto también se puede entender como un efecto de comodidad a medio plazo. En cambio el sistema KNX-EIB requiere una costosa modificación eléctrica para poder comunicarse con el bus.

Por la comodidad que ofrecen estos sistemas y el coste que implican es difícil argumentar este motivo, pero en cualquier caso, hay que tener en cuenta que la domótica aplicada en la vivienda para personas que tengan algún tipo de minusvalía o vaya dirigido a personas de edad avanzada, puede ser de gran ayuda para ellos y para sus seres queridos.

- **Seguridad**

En el caso de que la motivación sea **por la seguridad**, va a suceder lo mismo que el caso anterior, el Z-Wave Plus tiene una clara ventaja económica ofreciendo la misma seguridad.

Este argumento obviamente tiene más peso, ya que los dos sistemas pueden ofrecer una amplia variedad de elementos de seguridad:

- En primer lugar por la protección que proporciona a los seres que convivan en la vivienda.
- En segundo lugar porque en el caso de poseer algo de más valor en el interior de la vivienda, justificaría la inversión realizada.
- En tercer lugar, porque proporciona al usuario la posibilidad de saber que está sucediendo en su propia vivienda en todo momento.

Mejoras propuestas

Personalmente, respecto al sistema Z-Wave Plus, existen algunas mejoras que se podrían implementar, como por ejemplo introducir tecnologías de baterías más modernas para aumentar la autonomía de los elementos, a la vez que a largo plazo se reducirían los gastos por sustitución de las pilas extraíbles y el sistema sería menos contaminante para el medioambiente.

Bibliografía

Referencias electrónicas

- [1] <http://www.domoticadomestica.com>
- [2] <http://zwave.es>
- [3] <http://itec.es/nouBedec.e/>
- [4] <https://www.knx.org/es/knx/areas-de-aplicacion/knx-es-verde/index.php>
- [5] <http://www.cedom.es>
- [6] <http://www.ree.es/es/>
- [7] <http://economia.elpais.com>

Referencias técnicas

- [7] *Reglamento electrotécnico para Baja Tensión. Mc Graw Hill Interamericana de España, S.A.U. ISBN:84-481-3987-9*
- [8] *Rodríguez A. Arenas, Casa M. Vilaseca, Marcombo ediciones técnicas, Instalaciones automatizadas en viviendas y edificios. ISBN:84-96334-16-3*

Catálogos

- [9] *Guía del usuario y de funcionamiento de los Servicios de Z-Wave.*
- [10] *Catálogo de precios ABB.*
- [11] *Eficiencia Energética con KNX.*

Artículos

- [12] *Sierra D. Solís, Implementación de interfaz Z-wave para Raspberry con aplicaciones para la monitorización de condiciones ambientales.2014*
- [13] *Penadés A. Ortolá, Proyecto final de carrera de una vivienda unifamiliar.2011*
- [14] *Rodríguez M. Cerezo, Sistemas de control remoto para aplicaciones domóticas a través de internet.2014.*

Anexos

Anexo.1 Cableado y topología del sistema KNX-EIB

El cable conductor del bus puede ubicarse por los mismos conductos que el de la instalación eléctrica y de la misma manera pueden realizar empalmes y derivación, siempre y cuando se cumpla con la normativa que estipula el REBT ITC-BT-036 sobre la línea de cables de diferentes tensiones.

La unión de conductores se efectúa mediante bloques de conexión, de manera que el borne se conecta al componente y su retirada no interrumpe al conductor.

El cable conductor PYCYM 2 x 2 x 0.7 tiene una sección de hilo de 0.5 mm² por este motivo existe una resistencia de 72Ω/km.

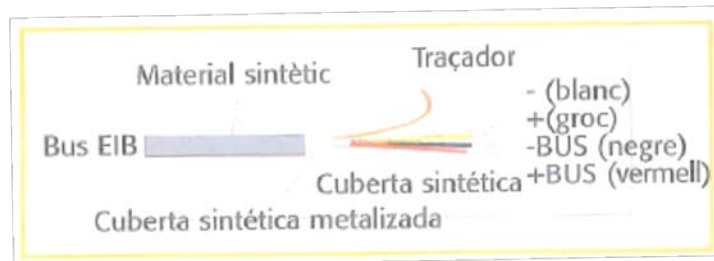


Figura 27 Cable conductor PYCYM

Este tipo de cables dispone de dos pares, uno dedicado a la transmisión de la señal y el segundo no se utiliza, sin embargo puede ser necesario en algunos casos. Por ejemplo en caso de fallada o rotura este segundo cable está disponible para utilizarlo como bus.

- Dentro de una línea de bus es necesario que se respeten las longitudes de los cables:

Estas son las longitudes que hay que respetar por necesidad:

Entre la fuente de alimentación y un elemento, máxima longitud: 350 metros

Entre un elemento y otro elemento, máxima longitud: 700 metros

Línea de bus, máxima longitud: 1000 metros

Entre dos fuentes, mínima longitud: 200 metros

La longitud del cable para cada línea no ha de exceder los 1000 metros, incluyendo todas las ramas y bucles además de que no necesita resistencia de cierre.

Estas distancias anteriormente comentadas se deben respetar ya que si no se cumplen podrían conllevar colisiones entre los telegramas sobre todo la distancia entre elementos.

Medio	Transmisión vía:	áreas sugeridas de aplicación
Twister pair (par trenzado)	Bus de control independiente	Nuevas instalaciones.
Power line (Línea de fuerza)	Línea ya existente (ha de disponer de neutro)	Lugares donde no se necesita cable de control adicional i existe cable de 230V
Radiofrecuencia	Radio	Lugares donde no se puede o no se quiere instalar cableado

La topología de este sistema puede estar construido mediante una estructura en bus la cual es la más habitual, sin embargo puede ser en estrella, en árbol o mixta. No obstante está prohibida su conexión tipo bucle cerrado o estructura en anillo.

Anexo.2 Simbología del sistema EIB

La simbología utilizada para representar los diferentes elementos sigue la normativa estándar DIN 40900.

Un símbolo EIB consiste en un cuadrado, en el que dentro de él se integran los caracteres y símbolos individuales que diferencian a cada uno de los elementos.

La transmisión electrónica de la información se representa por un rectángulo que en función del tipo de acción que realice el componente se colocará en uno o en ambos lados del símbolo.

Dentro del rectángulo se ubica una flecha bus que simboliza la transmisión de la información.

Símbol	Descripció	Símbol	Descripció	Símbol	Descripció
	Unitat d'acoblament al bus (CBU)		Polsador quàdruple		Sortida binària (2 canals)
	Bobina o filtre		Polsador persianes		Plafó de visualització (display)
	Font d'alimentació		Entrada binària		Detector de moviments
	Acoblador línia/àrea/Repetidor		Actuador de persianes		Actuador de regulació (dimmer)
	Interfície de dades RS 232		Sortida binària (1 sol canal)		Electrovàlvula proporcional
	Polsador doble		Sortida binària (2 canals)		Termòstat

Figura 28 Tabla de simbología

Anexo.3 Configuración del sistema KNX-EIB

Posteriormente a la instalación física del sistema EIB, el siguiente paso es configurar todos los sensores y actuadores. Para esta acción utilizaremos el programa ETS (EIB Tool Software)

Como he comentado con anterioridad, el ETS es una herramienta de programación específica para la planificación, puesta en marcha y mejora sistema, incluso nos puede ser útil para realizar un diagnóstico de fallo.

La estructura de este programa es simple y clara, el objetivo es que cualquier usuario pueda acceder a esta herramienta y modificar la programación a sus necesidades.

Para poder configurar la instalación hay que tener claros algunos conceptos:

Asignación de direcciones físicas: Sirve para identificar de una manera unívoca cada sensor o actuador, por ejemplo un interruptor que enciende una bombilla, pues el pulsador lo llamaremos 1.1.1 y el actuador que permitirá encender la bombilla lo llamaremos 1.1.2.

Parametrización: Se trata de la selección y programación para la aplicación apropiada para cada elemento, es decir, relacionar una entrada con una salida, respecto al ejemplo anterior es simplemente relacionar la entrada 1.1.1 con la salida 1.1.2.

Asignación de dirección de grupo: Permite unir las funciones de los sensores y actuadores. Esta herramienta sirve para que el programa entienda que un conjunto de elementos relacionados entre sí, los queremos conectar y agrupar en una misma carpeta.

Anexo.3.1 Asignación de direcciones físicas

La dirección física sirve para identificar de una manera clara los elementos del bus, describiendo su localización dentro de una topología.

Cada elemento tiene una dirección física que depende de la zona y de la línea a la cual pertenece, esta dirección se utilizara para la parametrización del sistema.

Una dirección consta de 16 bits, que se dividen en esta forma:

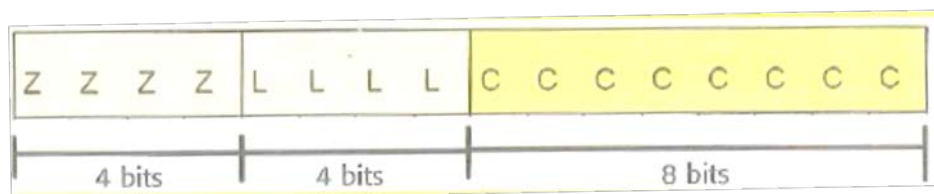


Figura 29 Dirección física

- La "Z", es el número de zona o área funcional, recordando que como máximo de zonas que ha de haber es 12, de esta manera las posibilidades han de ser de 1 a 12. Los elementos que sean de línea de área tendrán la dirección número 0.
- La "L", es el número de línea dentro de la zona definida, recordando que el número máximo de líneas es 12, por tanto, el rango de posibilidades será de 1 a 12.
- La "C", es el número de componente, recordando que el número máximo de elementos por línea es de 64 con lo que el rango de posibilidades será de 1 a 64, sin embargo, existe la posibilidad de añadir un repetidor, en este caso las posibilidades aumentan hasta 255 elementos.

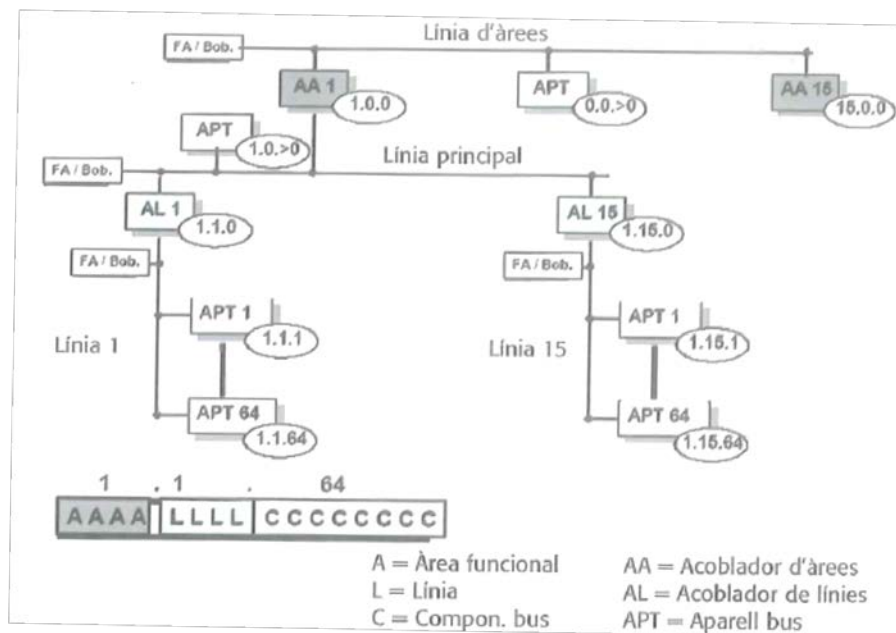


Figura 30 Esquema de direcciones

Anexo.3.2 Parametrización

Por tal de que podamos direccionar los acopladores y los amplificadores se utilizará el siguiente el criterio:

x = un número dentro del rango de posibilidades.

Zona o Área	Línea	Elemento	El acoplador	
			Se utiliza como	se utiliza para
$x > 0$	0	0	Acoplador de área	Línea de área o línea principal
$x > 0$	$x > 0$	0	Acoplador de línea	Línea principal o línea secundaria
$x > 0$	$x > 0$	$x > 0$	Amplificador de línea	Expansión de una línea

Siguiendo esta tabla pondremos algunos ejemplos:

1.1.0. Corresponde a un acoplador de línea.

1.0.0. Corresponde a un acoplador de área o de zona

1.2.0. Corresponde a un acoplador de línea.

1.2.10. Corresponde a un elemento de la instalación

* En caso de añadir acopladores de amplificación o de repetición, le pondríamos la dirección del último aparato, 1.1.64 de este modo tendríamos 64 elementos más para parametrizar, sin embargo se podría poner en cualquier posición (1.1.60) ya que su función se basa en permitir que pasen todos los telegramas con la señal adecuada.

De esta manera, cada línea trabaja independientemente y gracias a los acopladores solo se dejan pasar los telegramas que han de llegar a otras líneas, evitando así la sobrecarga del bus.

Generalmente los acopladores llevan un indicador led de color amarillo, el cual cuando parpadea nos indica el momento en que está recibiendo un telegrama.



Anexo.4 Programación del sistema KNX-EIB

Una vez hecha la instalación y parametrizados todos los elementos del sistema, podemos pasar al siguiente paso que es programar el sistema, este paso es sencillo e intuitivo.

En este paso explicaremos los distintos menús disponibles que son:

- El menú principal
- El menú de configuración
- El menú de diseño del proyecto
- El menú de puesta en marcha
- El menú de administración del proyecto
- El menú de administración de productos

Anexo. 4.1 Menú principal

Cuando abrimos el programa, lo primero que nos aparecerá será el menú principal que nos mostrará las siguientes opciones:

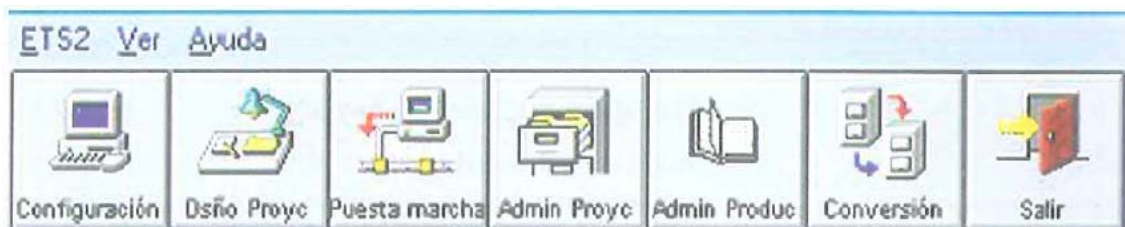


Figura 31 Menú principal

- Configuración: Esta opción nos permite configurar el programa gráficamente y la posibilidad de visualizar en la pantalla todos los elementos.
- Diseño del proyecto: Desde esta ventana podremos diseñar una instalación basada en el sistema EIB.
- Puesta en marcha: Este apartado nos permite empezar con la configuración realizada o bien una configuración que hayamos exportado comprobando el funcionamiento de todos los elementos. (a prueba de fallos)

- Administración del proyecto: Nos permite administrar varios proyectos que tengamos instalados
- Administración del producto: Con esta opción podemos escoger varios productos de diferentes fabricantes. Cada fabricante suministra la base de datos de sus productos, una vez tengamos todos, los exportamos a través de esta opción, a partir de aquí nosotros escogemos los productos que más nos interesen para nuestra instalación.
- Conversión: Esta opción se utiliza para hacer la conversión de proyectos realizados con alguna versión anterior del ETS a la actual versión.
- Salir: Si pulsamos esta opción finalizamos la ejecución del programa.

Anexo. 4.2 Menú de configuración

Pulsando en el menú principal el icono de configuración, el programa nos mostrará las opciones que se muestran en la siguiente imagen:



Figura 32 Menú de configuraciones

- Opciones: Pulsando en este recuadro el programa nos mostrará las opciones más comunes que podemos escoger.

Anexo. 4.3 Menú de diseño del proyecto

Desde este menú podremos fijar los filtros deseados para encontrar un elemento que deseemos buscar (opción aparatos); Otra manera de buscar un elemento sería buscarlo por la función que hace (opción funciones).

Además (la opción Grupo) nos permite visualizar la dirección de grupo, la estructura del sistema desde el punto de vista de áreas, líneas y componentes que lo forman la podremos visualizar con la opción Topo.

Desde este menú existe también la posibilidad de abrir el catálogo de productos de los fabricantes que previamente habíamos seleccionado con anterioridad.(Opción catálogo)

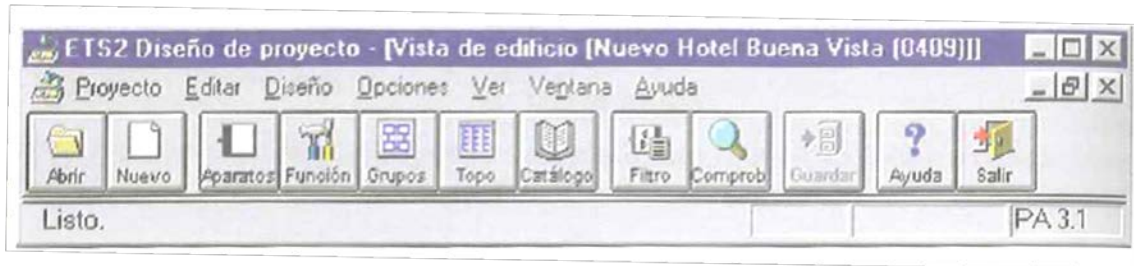


Figura 33 Menú de Diseño de proyecto

Anexo. 4.4 Menú de puesta en marcha

Este menú nos permite ver cómo están los elementos distribuidos que hayamos instalado. La topología y los grupos en que están.

La opción TestPA ejecuta una comprobación de las direcciones y nos proporciona un diagnóstico, para que posteriormente con la opción Prog podamos editar las direcciones físicas de los elementos en las que tengamos error/conflicto.



Figura 34 Menú de Puesta en marcha

Anexo. 4.5 Menú de administración del proyecto

Desde este menú podemos ver los diferentes proyectos que tengamos configurados en nuestra base de datos. Podremos también modificar los datos del proyecto, así como copiarlos, importarlos y exportarlos desde o hacia un archivo o pen drive.



Figura 35 Menú de Administración de proyecto

Anexo. 4.6 Menú de administración de productos

Este menú se utiliza para obtener información detallada sobre un producto según su fabricante, además tenemos la opción de importar el catálogo a nuestra base de datos.



Figura 36 Menú de Administración de producto

Anexo.5 Capa de aplicación y clases de comandos

La capa de aplicación es la responsable de decodificar y ejecutar comandos en la red Z-wave. Estos comandos se transfieren mediante un mensaje de aplicación con el siguiente formato:

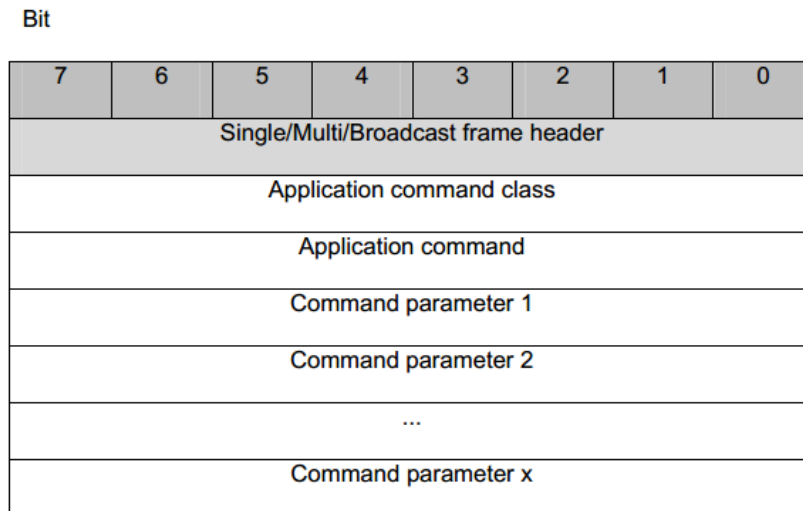


Figura 37 Formato de mensaje con comandos

Anexo. 5.1 Clases de comando

Los comandos (también denominados comandos de aplicación) están englobados en un nivel jerárquico superior formando las clases de comando. Aquellas que poseen un valor dentro del rango que va desde 0x0 a 0x1F están reservadas para el funcionamiento del protocolo Z-wave, pero el resto son utilizables por los desarrolladores.

Esto permite agrupar comandos que tienen funciones relacionadas en un mismo grupo e identificar de las capacidades que tiene un dispositivo.

Existe una clase de comando especial que existe en todos los dispositivos Z-wave, esta es la denominada clase de comando básica. Su objetivo es asegurar que el dispositivo posee una interfaz básica sin necesidad de conocer qué otras clases de comando implementa. Consta de dos peticiones y una respuesta:

- SET: orden de establecer un determinado valor entre el rango de valores que va desde 0 hasta 255.
- GET: petición al dispositivo del valor almacenado.
- REPORT: respuesta desde el dispositivo al comando GET.

La utilidad de esta clase varía de un dispositivo a otro, en un actuador binario por ejemplo, si se le envía un valor 255 se encenderá, mientras que si se le envía 0 se apagará. Un termostato aclimatará la habitación a la temperatura predefinida si recibe 0, mientras que si recibe un valor superior se pondrá en modo de ahorro de energía.

Anexo.6 Estudio de las viviendas según fecha de construcción en España

En este anexo se explica porque se ha decidido realizar un presupuesto de una instalación eléctrica nueva.

Los datos fiables más recientes que se han podido obtener han sido por el Boletín Especial Censo 2011 del Ministerio de Fomento del Gobierno de España.

	Principales	%
Total	18.083.692	100,00
Antes de 1900	597.453	3,30
De 1900 a 1920	358.404	1,98
De 1921 a 1940	490.702	2,71
De 1941 a 1950	546.733	3,02
De 1951 a 1960	1.315.009	7,27
De 1961 a 1970	2.703.119	14,95
De 1971 a 1980	3.720.472	20,57
De 1981 a 1990	2.242.375	12,40
De 1991 a 2001	2.598.718	14,37
De 2002 a 2011	2.955.554	16,34
No consta	555.155	3,07

Figura 38 Tabla de porcentaje de viviendas según año de construcción

Anexo. 6.1 Estudio en caso de pisos o viviendas construidas hasta 1980

En España hay un total de 18.083.692 viviendas según el Instituto Nacional de Estadística de España hasta 2011, de las cuales, las que cumplen con este requisito representan aproximadamente un 53,8% del total. Esto significa que las instalaciones eléctricas de estas fechas no son las adecuadas para el montaje de los sistemas domóticos que se pretenden comparar.

*hay que considerar que hay viviendas, las cuales han sido reformadas eléctricamente.

Anexo. 6.1.1 Aspectos generales

La legislación de estas viviendas no es adecuada para el sistema EIB-KNX con lo que el sistema requerirá de una renovación completa de la instalación eléctrica, de esta manera se podrá pasar el bus necesario para el correcto funcionamiento del sistema KNX-EIB.

Sin embargo, en el sistema Z-Wave únicamente hará falta la sustitución de algunos mecanismos como interruptores y/o pulsadores según el modelo. Pero no sería necesario más que comprar un kit de Z-Wave y configurarlo al gusto.

Anexo. 6.1.2 Aspectos económicos

En caso de instalar el sistema domótico, evidentemente el sistema Z-Wave presenta una clara ventaja respecto al EIB, debido a que este último requiere de una gran inversión inicial. En cambio el Z-Wave Plus con una inversión moderada es posible disfrutar de la mayoría de sus beneficios.

Anexo. 6.2 Estudio en caso de pisos o viviendas construidas entre 1981 y 2011

En España hay un total de 18.083.692 viviendas según el Instituto Nacional de Estadística de España hasta 2011, de las cuales estos representan aproximadamente un 43,11 % del total. Esto significa que solo algunas de las instalaciones eléctricas de estas fechas eran las adecuadas para el montaje de los sistemas domóticos que se pretenden comparar.

*hay que considerar que hay viviendas, las cuales han sido reformadas eléctricamente.

Anexo. 6.2.1 Aspectos generales

La legislación de estas viviendas sigue sin ser adecuada para el sistema EIB, es cierto que algunos mecanismos se podrían aprovechar para reducir costes y utilizar la propia instalación eléctrica como bus, sin embargo, esto podría ser la fuente de algunos problemas de comunicación con el microcontrolador. En cualquier caso habría que modificar la instalación eléctrica completa para poder disfrutar del sistema EIB.

El sistema Z-Wave presenta la ventaja de añadir un acoplador a todos los interruptores existentes de la instalación con lo que el precio se reduciría un poco más. Respecto a la instalación eléctrica no sería necesario hacer costosas modificaciones.

Anexo. 6.2.2 Aspectos Económicos

En este caso el sistema EIB nos resultará considerablemente más caro por el mismo motivo que el anterior caso, la necesidad de la instalación del bus por toda la vivienda.

La inversión inicial respecto al caso anterior instalando el sistema Z-Wave Plus se verá reducido ya que los interruptores/pulsadores/conmutadores/interruptores de cruce, etc. se les pueden añadir un adaptador para poder estar conectados por RF.

Anexo. 6.3 Estudio en casos de pisos o viviendas de nueva construcción

En España hay un total de 18.083.692 viviendas según el Instituto Nacional de Estadística de España hasta 2011, de las cuales estos representan aproximadamente un 3,07 % del total.

Anexo. 6.3.1 Aspectos generales

En este caso el sistema KNX-EIB, ofrece varias ventajas:

La primera es que en caso de que haya un acuerdo por parte de la comunidad y se opte por instalar un sistema domótico para todo un edificio, KNX-EIB es una muy buena opción, si es cierto que el precio es considerable pero con la inversión inicial se amortizaría más rápidamente, además presenta la ventaja que una vez configurada a gusto del cliente, no se necesita mantenimiento alguno.

La segunda ventaja, es en el caso en que no haya acuerdo pero el piso/vivienda sea de obra nueva, el precio de la instalación con respecto a los dos anteriores casos presenta una reducción de la inversión inicial.

Para el sistema Z-Wave, tenemos otra clase de ventajas e inconvenientes:

Si se diera el caso que haya un acuerdo por parte de la comunidad y se opte por instalar un sistema domótico para todo el edificio este sistema no ha sido pensado para ello con lo que queda directamente descartado.

Si el caso es simplemente obra nueva, tiene las mismas ventajas que el sistema EIB, es decir, que instalando un kit básico y algunos elementos más es posible disfrutar de todas las ventajas que nos brinda este sistema.

Anexo. 6.3.2 Aspectos económicos

Hay que mencionar que si decidiéramos adquirir los elementos necesarios para los servicios más comunes del hogar con los dos sistemas, el Z-Wave nos va a costar más barato, debido a que los componentes de dicho sistema tienen un precio más bajo.

Annexo.7 Cálculo de la potencia prevista para una vivienda de electrificación básica

Cálculo de potencia						
Tipo de circuito	Potencia por toma (w)	F _s	F _u	Tipo de toma	Nº de puntos	Potencia (w)
C1	90	0,75	0,5	Punto de luz	12	405
C2	1000	0,2	0,25	Base 16A 2p+ T	15	750
C3	1500	0,5	0,75	Base 25 A 2p+T	1	562,5
C4	1500	0,66	0,75	Base 16A 2p+ T	1	742,5
C5	1500	0,4	0,5	Base 16A 2p+ T	1	300
Potencia a contratar						2760

*Nota: Se han considerado valores usuales.

Annexo.8 Cálculo de la potencia prevista para una vivienda de electrificación elevada

Cálculo de potencia						
Tipo de circuito	Potencia por toma (w)	F _s	F _u	Tipo de toma	Nº de puntos	Potencia (w)
C1	90	0,75	0,5	Punto de luz	19	641,25
C2	1000	0,2	0,25	Base 16A 2p+ T	12	600
C3	1500	0,5	0,75	Base 25 A 2p+T	2	1125
C4	1500	0,66	0,75	Base 16A 2p+ T	2	1485
C5	1500	0,4	0,5	Base 16A 2p+ T	2	600
C6	90	0,75	0,5	Punto de luz	15	506,25
C7	1000	0,2	0,25	Base 16A 2p+ T	15	750
C8	1000	0,66	0,75	Aire Acond.	1	495
C9	1000	0,2	0,25	Base 16A 2p+ T	6	300
Potencia a contratar						6502,5

*Nota: Se han considerado valores usuales.

Annexo.9 Presupuesto de una instalación en una vivienda de electrificación básica

Ref.	Nombre	Descripción	Cant.	Precio/U	Precio Total
1.	ELECTRICIDAD				
1.1	INSTALACIÓN DE LÍNEAS ELÉCTRICAS				807,03 €
	C-1: Alumbrado	Cable con conductor de cobre de 0,6/ 1kV de tensión asignada, con designación RV-K, tripolar, de sección 3 x 1,5 mm ² , con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	115	1,20 €	138,00 €
EG319324					
	C-2: Tomas de corriente	Cable con conductor de cobre de 0,6/ 1kV de tensión asignada, con designación RV-K, tripolar, de sección 3 x 2,5 mm ² , con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	146	1,51 €	220,46 €
EG319334					
	C-3: Tomas de corriente de cocina y horno	Cable con conductor de cobre de 0,6/ 1kV de tensión asignada, con designación RV-K, tripolar, de sección 3 x 6 mm ² , con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	43	3,45 €	148,35 €
EG319354					



EG319354	C-4: Tomas de corriente Lavadora y lavavajillas	Cable con conductor de cobre de 0,6/ 1kV de tensión asignada, con designación RV-K, tripolar, de sección 3 x 6 mm ² , con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	38	3,45 €	131,10 €
EG319334	C-5: Tomas de corriente para cuartos de baño	Cable con conductor de cobre de 0,6/ 1kV de tensión asignada, con designación RV-K, tripolar, de sección 3 x 2,5 mm ² , con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	15	1,51 €	22,65 €
EG319334	C-6: Circuito adicional	Cable con conductor de cobre de 0,6/ 1kV de tensión asignada, con designación RV-K, tripolar, de sección 3 x 2,5 mm ² , con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	97	1,51 €	146,47 €

Ref.	Nombre	Descripción	Cant.	Precio/U	Precio Total
1.	MANO DE OBRA				
1.2	MANO DE OBRA PALETA				480,00 €
		Un oficial de primera y un peón	24	20,00 €	
					480,00 €

PRESUPUESTO TOTAL					
CAPÍTULO	DEFINICIÓN	IMPORTE PARCIAL	SUBTOTAL	SUBTOTAL	TOTAL
1.1	Líneas y canalizaciones	807,03 €			
1.2	Mano de obra paleta	480,00 €			
TOTAL P. E. M.					
GASTOS GENERALES (13 %)			167,31€		
SUBTOTAL CON GASTOS GENERALES				1.454,34 €	
BENEFICIO INDUSTRIAL 15 %				218,15 €	
PRESUPUESTO DE CONTRATACION (sin I.V.A)					1.672,50€
I.V.A 21%					351,22 €
TOTAL DEL PRESUPUESTO					2.023,72€

Annexo.10 Presupuesto de una instalación en una vivienda de electrificación básica con el sistema KNX-EIB

ELECTRIFICACIÓN BÁSICA CON KNX-EIB

Ubicación	Dispositivo	Referència	Relación	Precio Unidad (€)	Unid
Cuadro domótico 1	Fuente Alimentación Bus 160 mA	5WG1125-1AB02	Alimentación línea principal	127,00 €	1
	Acoplador de línea	5WG1140-1AB13	Comunicación	397,44 €	1
	Gateway EIB port LAN/RDSI	9637.1	Comunicación	1.912,00 €	1
	Interface USB	9686-USB	Comunicación	253,47 €	1
	Terminal zona	9610	Sensores: Cerr.	610,00 €	1
	Actuador Interruptor 12 salidas 10 A	9689.1 SB-S7	Actuador	525,00 €	4

Ubicación	Dispositivo	Referència	Relación	Precio Unidad (€)	Unid
Sala de estar	Tritón 5 canales + IR + Termostato	9625.2	Comunicación	277,44 €	1
	Pulsador 2 canales	9602	Control	60,18 €	2
	Detector de presencia	9641.3	Seguridad	173,55 €	2
	Señalización óptica y acústica	9611 SOA	Seguridad	499,80 €	1
	Estación + Sensores meteorológicos	9612.1/9612.2/ 9612.3/9612.4/ 9612.5/9612 EM 122	Comfort	1.659,05 €	1
	Enchufe con interruptor	8138.1	Control	156,40 €	3
	Pantalla táctil a color	9632PT-9	Comunicación	1.504,50 €	1
	Sensor cerradura puerta	9611.4	Seguridad	87,90 €	1
	8 x Sensor magnético	9611.1	Seguridad	38,76 €	1
	2 X Acoplador de Bus	9693.2	Comunicación	168,30 €	1

Ubicación	Dispositivo	Referència	Relación	Precio Unidad (€)	Unid
Recibidor	Pulsador 2 canales	9602	Control	60,18 €	1
	Detector de presencia	9641.3	Seguridad	173,55 €	1
	Enchufe con interruptor	8138.1	Control	156,40 €	2
	2 X Acoplador de Bus	9693.2	Comunicación	168,30 €	1
	Sensor magnético	9611.1	Seguridad	38,70 €	1
	Sensor cerradura puerta	9611.4	Seguridad	87,90 €	1
	Teclado + Central LCD para Central de Alarma L-240	9610.6 AL-1 9610.6 AL-3	Conexión a Central de alarma / Seguridad	1.419,00 €	1
	Unidad interior videoportero	RTY171460001	Seguridad	1.325,00 €	1

Ubicación	Dispositivo	Referència	Relación	Precio Unidad (€)	Unid
Pasillo	Pulsador 2 canales	9602	Control	60,18 €	2
	Pulsador 1 canal	9601	Control	47,94 €	1
	Enchufe con interruptor	8138.1	Control	156,40 €	1
	3 X Acoplador de Bus	9620	Comunicación	86,70 €	1

Ubicación	Dispositivo	Referència	Relación	Precio Unidad (€)	Unid
Lavabo	Pulsador 1 canal	9601	Control	47,94 €	1
	Detector fuga/escape agua	9611.8	Seguridad	120,58 €	1
	Enchufe con interruptor	8138.1	Control	156,40 €	1
	Acoplador de Bus	9620	Comunicación	86,70 €	1

Ubicación	Dispositivo	Referència	Relación	Precio Unidad (€)	Unid
Cocina	Pulsador 2 canales	9602	Control	60,18 €	1
	Sensor óptico de humo	9611.9	Seguridad	86,70 €	1
	sensor de gas ciudad - metano	9611.2	Seguridad	296,39 €	1
	Detector fuga/escape agua	9611.8	Seguridad	120,58 €	1
	Enchufe con interruptor	8138.1	Control	156,40 €	9
	3 x Sensor magnético	9611.1	Seguridad	38,76 €	1
	Detector fuga/escape agua	9611.8	Seguridad	120,58 €	1
	2 x Acoplador de Bus	9620	Comunicación	86,70 €	1

Ubicación	Dispositivo	Referencia	Relación	Precio Unidad (€)	Unid
Dormitorio 1	Pulsador 2 canales	9602	Control	60,18 €	2
	Enchufe con interruptor	8138.1	Control	156,40 €	2
	Detector de presencia	9641.3	Seguridad	171,30 €	1
	3 X Acoplador de Bus	9620	Comunicación	86,70 €	1

Ubicación	Dispositivo	Referencia	Relación	Precio Unidad (€)	Unid
Dormitorio 2	Pulsador 4 canales	9622	Control	90,78 €	1
	Tritón 5 canales + IR + Termostato	9625.3	Comunicación	355,47 €	1
	Detector de presencia	9641.3	Seguridad	171,30 €	1
	Enchufe con interruptor	8138.1	Control	156,40 €	4
	Acoplador de Bus	9693.2	Comunicación	168,30 €	1
	2 X Acoplador de Bus	9620	Comunicación	86,70 €	1

1.3	Precio de la instalación del sistema domótico KNX-EIB con la mano de obra y el I.V.A. incluido	19.387,57 €
-----	--	--------------------

PRESUPUESTO TOTAL					
CAPÍTULO	DEFINICIÓN	IMPORTE PARCIAL	SUBTOTAL	SUBTOTAL	TOTAL
1.1	Líneas y canalizaciones	1.034,98 €			
1.2	Mano de obra paleta	480,00 €			
TOTAL P. E. M.			1.514,98 €		
GASTOS GENERALES (13 %)			196,95 €		
SUBTOTAL CON GASTOS GENERALES				1.711,93 €	
BENEFICIO INDUSTRIAL 15 %				256,79 €	
PRESUPUESTO DE CONTRATACION (sin I.V.A)					1.968,72 €
I.V.A 21%					413,43 €
PRESUPUESTO PARCIAL					2.382,15 €
INVERSIÓN EN DOMOTICA KNX-EIB					19.387,57 €
PRESUPUESTO TOTAL					21.769,72 €

En este caso se añade el presupuesto de la instalación eléctrica queda incrementado, ya que el circuito de automatización también quedará sustituido por el bus del sistema, pero la mano de obra es la misma.

Ref.	Nombre	Descripción	Cant.	Precio/U	Precio Total
1.	ELECTRICIDAD				
1.1	INSTALACIÓN DE LÍNEAS ELECTRICAS				1.034,98 €
	C-1: Alumbrado	Cable con conductor de cobre de 0,6/ 1kV de tensión asignada, con designación RV-K, tripolar, de sección 3 x 1,5 mm2, con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	115	1,20 €	
EG319324					138,00 €
	C-2: Tomas de corriente	Cable con conductor de cobre de 0,6/ 1kV de tensión asignada, con designación RV-K, tripolar, de sección 3 x 2,5 mm2, con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	146	1,51 €	
EG319334					220,46 €
	C-3: Tomas de corriente de cocina y horno	Cable con conductor de cobre de 0,6/ 1kV de tensión asignada, con designación RV-K, tripolar, de sección 3 x 6 mm2, con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	43	3,45 €	
EG319354					148,35 €

EG319354	C-4: Tomas de corriente Lavadora y lavavajillas	Cable con conductor de cobre de 0,6/ 1kV de tensión asignada, con designación RV-K, tripolar, de sección 3 x 6 mm ² , con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	38	3,45 €	131,10 €
EG319334	C-5: Tomas de corriente para cuartos de baño	Cable con conductor de cobre de 0,6/ 1kV de tensión asignada, con designación RV-K, tripolar, de sección 3 x 2,5 mm ² , con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	15	1,51 €	22,65 €
EG319334	C-6: Circuito adicional	Cable Cable conductor PYCYM, con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	97	3,86 €	374,42 €

Anexo.11 Presupuesto de una instalación en una vivienda de electrificación básica con el sistema Z-WAVE PLUS

ELECTRIFICACIÓN BÁSICA CON Z-WAVE PLUS

Ubicación	Dispositivo	Referencia	Relación	Precio Unidad (€)	Unid
Cuadro domótico	Controladores Z-Wave USB de Aeon Labs	N.D.	Comunicación	69,95	1
	Motor para automatizar persianas	ES-63-PER_MOT30_PERR	Control de las persianas	79,99	4

Ubicación	Dispositivo	Referencia	Relación	Precio Unidad (€)	Unid
Sala de Estar	Centro de control Z-Wave eedomus Plus	N.D.	Comunicación	349,00	1
	Qubino Smart Meter DIN-Module	ZMNHBA2	Control de consumo	119,90	1
	Enchufe AeonLabs con control de consumo	AEO_ZW075	Control	49,67	3
	Actuador 2 canales	PAN04-1B	MActuador	64,99	2
	Interruptor Aeotec alta potencia con medida de consumo	N.D.	Control de consumo en el hogar	109,00	2
	Enchufe AeonLabs con control de consumo	AEO_ZW075	Control	49,67	3
	Detector multifunción 6 en 1 de Aeotec	N.D.	Sensor de movimiento, Sensor de temperatura, Sensor de luminosidad, Sensor de humedad, Detector de vibración, Detector de rayos UV	69,95	1
	Mando Z-Wave Plus Octan de NoDON	NOD_ECRC3100	Control a distancia (suponiendo 4 personas)	54,90	4
	Bypass Fibaro FGB-002	ES-31-FIB_FGB_002	Control	12,00	3
	Z-Wave Internet Gateway Zbox	ZME_ZBOX	Control via Wiffi	254,10	1
	Detector de presencia	EVR_SP814	Seguridad	44,17	2

Ubicación	Dispositivo	Referència	Relación	Precio Unidad (€)	Unid
Recibidor	Detector de presencia	EVR_SP814	Seguridad	44,17	1
	Cerradura controlable Z-Wave	VIS_ZM1701	Seguridad	272,25	1
	Detector de apertura super fino SENSATIVE	N.D.	Seguridad	58,00	1
	Enchufe AeonLabs con control de consumo	AEO_ZW075	Control	49,67	1
	Teclado con lector de tags RFID de Zipato	ZIP_TAGREADER	Conexión a Central de alarma / Seguridad	59,00	1
	Bypass Fibaro FGB-002	ES-31-FIB_FGB_002	Control	12,00	1
	Zipato Cámara IP HD720p H.264 inalámbrica con visión nocturna	ES-81-ZIP-NCM629W	Seguridad	98,99	1
	Interruptor de pared PoPP Z-Wave Plus 1 canal	TKB_TZ66_S	Control	44,90	1

Ubicación	Dispositivo	Referència	Relación	Precio Unidad (€)	Unid
Pasillo	Interruptor de pared NoDON Z-Wave Plus 2 canales	TKB_TZ66_D	Control	44,90	1
	Bypass Fibaro FGB-002	ES-31-FIB_FGB_002	Control	12,00	1
	Enchufe AeonLabs con control de consumo	AEO_ZW075	Control	49,67	1

Ubicación	Dispositivo	Referència	Relación	Precio Unidad (€)	Unid
Lavabo	Interruptor de pared PoPP Z-Wave Plus 1 canal	TKB_TZ66_S	Control	44,90	1
	Detector de inundación 3 en 1 de Zipato	FIB_FGFS-101	Detector de inundación, humedad y temperatura en un sólo dispositivo-Seguridad	58,99	1
	Bypass Fibaro FGB-002	ES-31-FIB_FGB_002	Control	12,00	1
	Enchufe AeonLabs con control de consumo	AEO_ZW075	Control	49,67	1

Ubicación	Dispositivo	Referència	Relación	Precio Unidad (€)	Unid
Cocina	Interruptor de pared NoDON Z-Wave Plus 2 canales	TKB_TZ66_D	Control	44,90	2
	Detector de humo Zipato Z-Wave Plus	N.D.	Seguridad	59,00	1
	Contador de gas	NOQ_NQ-9121	Seguridad	98,98	1
	Bypass Fibaro FGB-002	ES-31-FIB_FGB_002	Control	12,00	1
	detector de apertura, pero también mide la temperatura, luminosidad y humedad	N.D.	Seguridad	58,99	1
	Detector de inundación Everspring	EVR_ST812	Seguridad	48,40	1
	Enchufe AeonLabs con control de consumo	AEO_ZW075	Control	49,67	10

Ubicación	Dispositivo	Referència	Relación	Precio Unidad (€)	Unid
Dormitorio 1	Enchufe AeonLabs con control de consumo	AEO_ZW075	Control	49,67	2
	Bypass Fibaro FGB-002	ES-31-FIB_FGB_002	Control	12,00	1
	Interruptor de pared NoDON Z-Wave Plus 2 canales	TKB_TZ66_D	Control	44,90	2
	Detector de presencia	EVR_SP814	Seguridad	44,17	1

Ubicación	Dispositivo	Referencia	Relación	Precio Unidad (€)	Unid
Dormitorio 2	Interruptor de pared NoDON Z-Wave Plus 2 canales	TKB_TZ66_D	Control	44,90	2
	Detector de apertura, pero también mide la temperatura, luminosidad y humedad	N.D.	Seguridad	58,99	1
	Enchufe AeonLabs con control de consumo	AEO_ZW075	Control	49,67	4
	Detector de presencia	EVR_SP814	Seguridad	44,17	1

1.3	Precio de la instalación del sistema domótico Z-WAVE PLUS con la mano de obra y el I.V.A.	4.584,73 €
-----	---	-------------------

PRESUPUESTO TOTAL					
CAPÍTULO	DEFINICIÓN	IMPORTE PARCIAL	SUBTOTAL	SUBTOTAL	TOTAL
1.1	Líneas y canalizaciones	616,16 €			
1.2	Mano de obra paleta	320,00 €			
TOTAL P. E. M.			936,16€		
GASTOS GENERALES (13 %)			121,70€		
SUBTOTAL CON GASTOS GENERALES				1.057,86 €	
BENEFICIO INDUSTRIAL 15 %				158,68 €	
PRESUPUESTO DE CONTRATACION (sin I.V.A)					1.216,54€
I.V.A 21%					255,47 €
PRESUPUESTO PARCIAL					1.472,01€
INVERSIÓN EN DOMOTICA Z-WAVE PLUS					4.584,73€
PRESUPUESTO TOTAL					6.056,74€

En este caso se añade el presupuesto de la instalación eléctrica, ya que se ve significativamente disminuido debido a que los interruptores funcionan sin cables. Además de que el circuito de automatización también quedará eliminado.

Ref.	Nombre	Descripción	Cant.	Precio/U	Precio Total
1.	ELECTRICIDAD				
1.1	INSTALACIÓN DE LÍNEAS ELÉCTRICAS				616,16 €
	C-1: Alumbrado	Cable con conductor de cobre de 0,6/ 1kV de tensión asignada, con designación RV-K, tripolar, de sección 3 x 1,5 mm ² , con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	78	1,20 €	93,60 €
EG319324					
	C-2: Tomas de corriente	Cable con conductor de cobre de 0,6/ 1kV de tensión asignada, con designación RV-K, tripolar, de sección 3 x 2,5 mm ² , con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	146	1,51 €	220,46 €
EG319334					
	C-3: Tomas de corriente de cocina y horno	Cable con conductor de cobre de 0,6/ 1kV de tensión asignada, con designación RV-K, tripolar, de sección 3 x 6 mm ² , con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	43	3,45 €	148,35 €
EG319354					

EG319354	C-4: Tomas de corriente Lavadora y lavavajillas	Cable con conductor de cobre de 0,6/ 1kV de tensión asignada, con designación RV-K, tripolar, de sección 3 x 6 mm2, con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	38	3,45 €	131,10 €
EG319334	C-5: Tomas de corriente para cuartos de baño	Cable con conductor de cobre de 0,6/ 1kV de tensión asignada, con designación RV-K, tripolar, de sección 3 x 2,5 mm2, con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	15	1,51 €	22,65 €
EG319334	C-6: Circuito adicional	Cable con conductor de cobre de 0,6/ 1kV de tensión asignada, con designación RV-K, tripolar, de sección 3 x 2,5 mm2, con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	0	1,51 €	0,00 €

Ref.	Nombre	Descripción	Cant.	Precio/U	Precio Total
1.	MANO DE OBRA				
1.2	MANO DE OBRA PALETA				320,00 €
		Un oficial de primera y un peón	16	20,00 €	
					320,00 €

Anexo.12 Presupuesto de una instalación en una vivienda de electrificación elevada

Ref.	Nombre	Descripción	Cant.	Precio/U	Precio Total
1.	ELECTRICIDAD				
1.1	INSTALACIÓN DE LÍNEAS ELÉCTRICAS				1.689,34 €
	C-1: Alumbrado	Cable con conductor de cobre de 0,6/ 1kV de tensión asignada, con designación RV-K, tripolar, de sección 3 x 1,5 mm ² , con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	148	1,20 €	177,60 €
EG319324					
	C-2: Tomas de corriente	Cable con conductor de cobre de 0,6/ 1kV de tensión asignada, con designación RV-K, tripolar, de sección 3 x 2,5 mm ² , con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	192	1,51 €	289,92 €
EG319334					
	C-3: Tomas de corriente de cocina y horno	Cable con conductor de cobre de 0,6/ 1kV de tensión asignada, con designación RV-K, tripolar, de sección 3 x 6 mm ² , con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	24	3,45 €	82,80 €
EG319354					

EG319354	C-4: Tomas de corriente Lavadora y lavavajillas	Cable con conductor de cobre de 0,6/ 1kV de tensión asignada, con designación RV-K, tripolar, de sección 3 x 6 mm ² , con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	21	3,45 €	72,45 €
EG319334	C-5: Tomas de corriente para cuartos de baño	Cable con conductor de cobre de 0,6/ 1kV de tensión asignada, con designación RV-K, tripolar, de sección 3 x 2,5 mm ² , con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	53	1,51 €	80,03 €
EG319324	C-6: Circuito adicional para puntos de luz	Cable con conductor de cobre de 0,6/ 1kV de tensión asignada, con designación RV-K, tripolar, de sección 3 x 1,5 mm ² , con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	179	1,20 €	214,80 €
EG319334	C-7: Circuito adicional para tomas de corriente	Cable con conductor de cobre de 0,6/ 1kV de tensión asignada, con designación RV-K, tripolar, de sección 3 x 2,5 mm ² , con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	181	1,51 €	273,31 €



EG319354	C-8: Aire acondicionado	Cable con conductor de cobre de 0,6/ 1kV de tensión asignada, con designación RV-K, tripolar, de sección 3 x 6 mm2, con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	60	3,45 €	207,00 €
EG319334	C-9: Circuito adicional	Cable con conductor de cobre de 0,6/ 1kV de tensión asignada, con designación RV-K, tripolar, de sección 3 x 2,5 mm2, con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	115	1,51 €	173,65 €
EG319334	C-10: Circuito adicional para automatismos	Cable con conductor de cobre de 0,6/ 1kV de tensión asignada, con designación RV-K, tripolar, de sección 3 x 2,5 mm2, con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	78	1,51 €	117,78 €

Ref.	Nombre	Descripción	Cant.	Precio/U	Precio Total
1.	MANO DE OBRA				
1.2	MANO DE OBRA PALETA				1.400,00 €
		Un oficial de primera y un peón	70	20,00 €	1.400,00 €

PRESUPUESTO TOTAL

CAPÍTULO	DEFINICIÓN	IMPORTE PARCIAL	SUBTOTAL	SUBTOTAL	TOTAL
1.1	Líneas y canalizaciones	1.689,34 €			
1.2	Mano de obra paleta	1.400,00 €			
TOTAL P. E. M.			3.089,34€		
GASTOS GENERALES (13 %)			401,61€		
SUBTOTAL CON GASTOS GENERALES				3.490,95 €	
BENEFICIO INDUSTRIAL 15 %				523,64 €	
PRESUPUESTO DE CONTRATACION (sin I.V.A)					4.014,60€
I.V.A 21%					843,07 €
TOTAL DEL PRESUPUESTO					4.857,66€

Anexo.13 Presupuesto de una instalación en una vivienda de electrificación elevada con el sistema KNX-EIB

ELECTRIFICACIÓN ELEVADA CON KNX-EIB

PLANTA BAJA					
Ubicación	Dispositivo	Referencia	Relación	Precio Unidad (€)	Unidades
Cuadro domótico 1	Fuente Alimentación Bus 160 mA	5WG1125-1AB02	Alimentación línea principal	127,00	1
	Acoplador de línea	5WG1140-1AB13	Comunicación	397,44	1
	Fuente Alimentación Bus 160 mA de BUS 640mA	9680.1	Alimentación línea 1	372,30	1
	Gateway EIB port LAN/RDSI	9637.1	Comunicación	1912,00	1
	Enchufe con interruptor	8138.1	Control	156,40	4
	Interface USB	9686-USB	Comunicación	253,47	1
	Actuador persianas 8 canales (manual)	9652.8	Control de las persianas	657,90	6
	Terminal zona	9610	Sensores: Cerr. puertas - Cerr. Ventanas - fuga agua - gas	610,00	1
	Fuente alimentación auxiliar 12V	9680.3	Alimentación	202,98	1
	Actuador Interruptor 12 salidas 10 A	9689.1 SB-S7	Actuador	525,00	2
	Actuador regulador universal 4 canales 600VA	9653.17	Actuador	867,00	1
	3 x Controlador de fan coil	9638 FC/S-1	Control	449,67	1

Sala de estar	Tritón 5 canales + IR + Termostato	9625.2	Comunicación	277,44	2
	Pulsador 2 canales	9602	Control	60,18	2
	Detector de presencia	9641.3	Seguridad	173,55	2
	Enchufe con interruptor	8138.1	Control	156,40	10
	Pantalla táctil a color	9632PT-9	Comunicación	1504,50	1
	Sensor magnético	9611.1	Seguridad	38,76	1
	2 X Acoplador de Bus	9693.2	Comunicación	168,30	1
	Acoplador de Bus	9620	Comunicación	86,70	1

Recibidor	Pulsador 2 canales	9602	Control	60,18	1
	Detector de presencia	9641.3	Seguridad	173,55	1
	Enchufe con interruptor	8138.1	Control	156,40	1
	Acoplador de Bus	9620	Comunicación	86,70	1
	Sensor magnético	9611.1	Seguridad	38,70	1
	Sensor cerradura puerta	9611.4	Seguridad	87,90	1
	Teclado + Central LCD para Central de Alarma L-240	9610.6 AL-1 9610.6 AL-3	Conexión a Central de alarma / Seguridad	1419,00	1
	Unidad interior videoportero	RTY171460001	Seguridad	1325,00	1

Pasillo	Pulsador 2 canales	9602	Control	60,18	2
	Pulsador 1 canal	9601	Control	47,94	6
	Acoplador de Bus	9620	Comunicación	86,70	1
	Enchufe con interruptor	8138.1	Control	156,40	3

Lavabo 1	Pulsador 1 canal	9601	Control	47,94	1
	Detector fuga/escape agua	9611.8	Seguridad	120,58	1
	Enchufe con interruptor	8138.1	Control	156,40	1
	Acoplador de Bus	9620	Comunicación	86,70	1

Cocina	Pulsador 2 canales	9602	Control	60,18	3
	Sensor óptico de humo	9611.9	Seguridad	86,70	1
	sensor de gas ciudad - metano	9611.2	Seguridad	296,39	1
	Detector fuga/escape agua	9611.8	Seguridad	120,58	1
	Enchufe con interruptor	8138.1	Control	156,40	7
	3 x Sensor magnético	9611.1	Seguridad	38,76	1
	Acoplador de Bus	9620	Comunicación	86,70	1

Oficina	Pulsador 2 canales	9602	Control	60,18	1
	Tritón 5 canales + IR + Termostato	9625.3	Comunicación	355,47	1
	Detector de presencia	9641.3	Seguridad	171,30	1
	Enchufe con interruptor	8138.1	Control	156,40	3
	Acoplador de Bus	9693.2	Comunicación	168,30	1

Parking y exteriores	Sensor de movimiento exterior	9641.2	Seguridad	86,70	5
	Enchufe con interruptor	8138.1	Control	156,40	5
	Pulsador 4 canales	9622	Control	90,78	1
	Pulsador 2 canales	9602	Control	60,18	3
	Señalización óptica y acústica	9611 SOA	Seguridad	499,80	1
	Estación + Sensores meteorológicos	9612.1/9612.2/ 9612.3/9612.4/ 9612.5/9612 EM 122	Comfort	1659,05	1
	4 X Acoplador de Bus	9620	Comunicación	86,70	1

PRIMERA PLANTA					
Ubicación	Dispositivo	Referencia	Relación	Precio Unidad (€)	Unidades
Dormitorios 1, 2 y 3	Tritón 5 canales + IR + Termostato	9625.3	Control	355,47	3
	Pulsador 4 canales	9622	Control	90,78	1
	Pulsador 2 canales	9602	Control	60,18	6
	Pulsador 1 canal	9601	Control	47,94	1
	Sensor movimiento	9641.3	Seguridad	171,30	3
	Enchufe con interruptor	8138.1	Control	156,40	12
	7 x Sensor magnético	9611.1	Seguridad	38,76	3
	Acoplador de bus	9693.2	Comunicación	168,30	3
Lavabo 2 y 3	Pulsador 1 canal	9601	Control	47,94	2
	Detector fuga/escape agua	9611.8	Seguridad	120,58	2
	Enchufe con interruptor	8138.1	Control	156,40	3
	Acoplador de Bus	9620	Comunicación	86,70	2
Balcón	Pulsador 1 canal	9601	Control	47,94	1
	Enchufe con interruptor	8138.1	Control	156,40	1
	Sensor movimiento	9641.3	Seguridad	171,30	1
	7 x Sensor magnético	9611.1	Seguridad	38,76	1
	Acoplador de Bus	9620	Comunicación	86,70	1
1.3	Precio de la instalación del sistema domótico KNX-EIB con la mano de obra y el I.V.A. incluido			32.842,53 €	

PRESUPUESTO TOTAL					
CAPÍTULO	DEFINICIÓN	IMPORTE PARCIAL	SUBTOTAL	SUBTOTAL	TOTAL
1.1	Líneas y canalizaciones	1.959,59€			
1.2	Mano de obra paleta	1.400,00€			
TOTAL P. E. M.			3.359,59€		
GASTOS GENERALES (13 %)			436,75€		
SUBTOTAL CON GASTOS GENERALES				3.796,34€	
BENEFICIO INDUSTRIAL 15 %				569,45€	
PRESUPUESTO DE CONTRATACION (sin I.V.A)					4.365,79€
I.V.A 21%					916,82€
PRESUPUESTO PARCIAL					5.282,60€
INVERSIÓN EN DOMOTICA KNX-EIB					32.842,53€
PRESUPUESTO TOTAL					38.125,13€

En este caso se añade el presupuesto de la instalación eléctrica queda incrementado, ya que el circuito de automatización también quedará sustituido por el bus del sistema, pero la mano de obra es la misma.

Ref.	Nombre	Descripción	Cant.	Precio/U	Precio Total
1.	ELECTRICIDAD				
1.1	INSTALACIÓN DE LÍNEAS ELÉCTRICAS				1.959,59 €
	C-1: Alumbrado	Cable con conductor de cobre de 0,6/ 1kV de tensión asignada, con designación RV-K, tripolar, de sección 3 x 1,5 mm ² , con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	148	1,20 €	177,60 €
EG319324					
	C-2: Tomas de corriente	Cable con conductor de cobre de 0,6/ 1kV de tensión asignada, con designación RV-K, tripolar, de sección 3 x 2,5 mm ² , con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	192	1,51 €	289,92 €
EG319334					



EG319354	C-3: Tomas de corriente de cocina y horno	Cable con conductor de cobre de 0,6/ 1kV de tensión asignada, con designación RV-K, tripolar, de sección 3 x 6 mm2, con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	24	3,45 €	82,80 €
EG319354	C-4: Tomas de corriente Lavadora y lavavajillas	Cable con conductor de cobre de 0,6/ 1kV de tensión asignada, con designación RV-K, tripolar, de sección 3 x 6 mm2, con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	21	3,45 €	72,45 €
EG319334	C-5: Tomas de corriente para cuartos de baño	Cable con conductor de cobre de 0,6/ 1kV de tensión asignada, con designación RV-K, tripolar, de sección 3 x 2,5 mm2, con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	53	1,51 €	80,03 €
EG319324	C-6: Circuito adicional para puntos de luz	Cable con conductor de cobre de 0,6/ 1kV de tensión asignada, con designación RV-K, tripolar, de sección 3 x 1,5 mm2, con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	179	1,20 €	214,80 €

EG319334	C-7: Circuito adicional para tomas de corriente	Cable con conductor de cobre de 0,6/ 1kV de tensión asignada, con designación RV-K, tripolar, de sección 3 x 2,5 mm2, con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	181	1,51 €	273,31 €
EG319354	C-8: Aire acondicionado	Cable con conductor de cobre de 0,6/ 1kV de tensión asignada, con designación RV-K, tripolar, de sección 3 x 6 mm2, con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	60	3,45 €	207,00 €
EG319334	C-9: Circuito adicional	Cable Cable conductor PYCYM, con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	115	3,86 €	443,90 €
EG319334	C-10: Circuito adicional para automatismos	Cable con conductor de cobre de 0,6/ 1kV de tensión asignada, con designación RV-K, tripolar, de sección 3 x 2,5 mm2, con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	78	1,51 €	117,78 €



Anexo.12 Presupuesto de una instalación en una vivienda de electrificación elevada con el sistema Z-WAVE PLUS

PLANTA BAJA					
Ubicación	Dispositivo	Referencia	Relación	Precio Unidad (€)	Unidades
Sala de estar	Centro de control Z-Wave eedomus Plus	ES-74-ZIP_ZIPATILE-BLK	Comunicación	349,00	1
	Controladores Z-Wave USB de Aeon Labs	N.D.	Comunicación	69,95	1
	Actuador persianas 2 canales	PAN04-1B	Control de las persianas	64,99	6
	Motor para automatizar persianas	ES-63-PER_MOT30_PERR	Control de las persianas	79,99	6
	Qubino Smart Meter DIN-Module	ZMNHBA2	Control de consumo	119,90	1
	Enchufe AeonLabs con control de consumo	AEO_ZW075	Control	49,67	4
	Actuador 2 canales	PAN04-1B	Actuador	64,99	3
	Interruptor Aeotec alta potencia con medida de consumo	ES-22-AEO_ZW078-ZWEU	Control de consumo en el hogar	109,00	1
	Enchufe AeonLabs con control de consumo	AEO_ZW075	Control	49,67	4
	Detector multifunción 6 en 1 de Aeotec	ES-11-AEO_ZW100	Sensor de movimiento, Sensor de temperatura, Sensor de luminosidad, Sensor de humedad, Detector de vibración, Detector de rayos UV	69,95	2
	Interruptor de pared NoDON Z-Wave Plus	TKB_TZ66_S	Control	44,90	1
	Mando Z-Wave Plus Octan de NoDON	NOD_ECRC3100	Control a distancia (suponiendo 4 personas)	54,90	4
	Z-Wave Internet Gateway Zbox	ZME_ZBOX	Control via Wifi	254,10	1
	Detector de presencia	EVR_SP814	Seguridad	44,17	2
	Detector de apertura en interior de puerta GEN5 Z-Wave PLUS	GEN5 Z-Wave PLUS	Seguridad	63,98	1
	Detector de apertura super fino SENSATIVE	N.D.	Seguridad	58,00	2

Recibidor	Detector de presencia	EVR_SP814	Seguridad	44,17	1
	Cerradura controlable Z-Wave	VIS_ZM1701	Seguridad	272,25	1
	Detector de apertura super fino SENSATIVE	N.D.	Seguridad	58,00	1
	Enchufe AeonLabs con control de consumo	AEO_ZW075	Control	49,67	1
	Teclado con lector de tags RFID de Zipato	ZIP_TAGREADER	Conexión a Central de alarma / Seguridad	59,00	1
	Controlador Piper NV – Night Vision	ES-71-ICO_PIPERNV	Seguridad	279,51	1
	Interruptor de pared NoDON Z-Wave Plus 2 canales	TKB_TZ66_D	Control	44,90	1
Pasillo	Interruptor de pared PoPP Z-Wave Plus 1 canal	TKB_TZ66_S	Control	44,90	6
	Interruptor de pared NoDON Z-Wave Plus 2 canales	TKB_TZ66_D	Control	44,90	2
	Enchufe AeonLabs con control de consumo	AEO_ZW075	Control	49,67	3
Lavabo 1	Interruptor de pared PoPP Z-Wave Plus 1 canal	TKB_TZ66_S	Control	44,90	1
	Detector de inundación 3 en 1 de Zipato	FIB_FGFS-101	Detector de inundación, humedad y temperatura en un sólo dispositivo-Seguridad	58,99	1
	Enchufe AeonLabs con control de consumo	AEO_ZW075	Control	49,67	2

Cocina	Interruptor de pared NoDON Z-Wave Plus 2 canales	TKB_TZ66_D	Control	44,90	3
	Detector de humo Zipato Z-Wave Plus	N.D.	Seguridad	59,00	1
	Contador de gas	NOQ_NQ-9121	Seguridad	98,98	1
	detector de apertura, pero también mide la temperatura, luminosidad y humedad	ES-11-ZIP-ZD2201	Seguridad	58,99	1
	Detector de inundación Everspring	EVR_ST812	Seguridad	48,40	2
	Enchufe AeonLabs con control de consumo	AEO_ZW075	Control	49,67	7
	Detector de presencia	EVR_SP814	Seguridad	44,17	1
Oficina	Interruptor de pared NoDON Z-Wave Plus 2 canales	TKB_TZ66_D	Control	44,90	1
	Enchufe AeonLabs con control de consumo	AEO_ZW075	Control	49,67	3
	Multisensor Z-Wave 6 en 1	AEO_ZW100	Seguridad	60,00	1

Parking y exteriores	Detector de movimiento Fibaro	FIB_FGMS-001	Seguridad	57,98	5
	Enchufe AeonLabs con control de consumo	AEO_ZW075	Control	49,67	5
	Interruptor de pared (Regulación) Z-Wave Plus - 4 canales	QUB_ZMNHDD1	Control	44,90	1
	Interruptor de pared NoDON Z-Wave Plus 2 canales	TKB_TZ66_D	Control	44,90	3
	Alarma con sirena Fortress (luz blanca)	FOR_SSA1	Seguridad	67,76	1
	Estación meteorológica	POP_005206	Comfort - Temperatura del aire Humedad relativa Intensidad de luz Velocidad del viento Presión de aire Punto de rocío	199,95	1
	Sensor puerta garaje de Vision ZG8101	VIS_ZG8101	Seguridad	39,93	1

PRIMERA PLANTA					
Ubicación	Dispositivo	Referencia	Relación	Precio Unidad (€)	Unidades
Dormitorios 1, 2 y 3	Detector de apertura, cámara, la temperatura, luminosidad, humedad, control por voz	ES-71-ICO_PIPER	Seguridad - confort - Control	224,99	3
	Interruptor de pared (Regulación) Z-Wave Plus - 4 canales	QUB_ZMNHDD1	Control	44,90	1
	Interruptor de pared NoDON Z-Wave Plus 2 canales	TKB_TZ66_D	Control	44,90	6
	Interruptor de pared PoPP Z-Wave Plus 1 canal	TKB_TZ66_S	Control	44,90	1
	Detector de presencia	EVR_SP814	Seguridad	44,17	3
	Sensor de apertura para puertas y ventanas	VIS_ZD2102	Seguridad	34,73	3
	Enchufe AeonLabs con control de consumo	AEO_ZW075	Control	49,67	12

Lavabo 2 y 3	Interruptor de pared PoPP Z-Wave Plus 1 canal	TKB_TZ66_S	Control	44,90	2
	Enchufe AeonLabs con control de consumo	AEO_ZW075	Control	49,67	3
	Detector de inundación Everspring	EVR_ST812	Seguridad	48,40	2

Balcón	Interruptor de pared PoPP Z-Wave Plus 1 canal	TKB_TZ66_S	Control	44,90	1
	Detector de presencia	EVR_SP814	Seguridad	44,17	1
	Detector de apertura, pero también mide la temperatura, luminosidad y humedad	ES-11-ZIP-ZD2201	Seguridad	58,99	1
	Enchufe AeonLabs con control de consumo	AEO_ZW075	Control	49,67	1

Otros elementos	Mando-Llavero Z-Wave.Me	ZME_KFOB	Comfort	42,35	3
	Botón de urgencia Z-Wave	BE_PANIC	Seguridad	52,03	1
	Sistema de seguridad y domótica Piper Control por voz	ICOEPIPER	cámara IP capaz HD+night vision, un sensor de temperatura, un sensor de luz, una salida acústica, entrada/salida de voz, detector de movimiento	299,00	1
	Módulo extensor de Z-Wave	AEO_EXTENDER	Comunicación	33,28	1

1.3	Precio de la instalación del sistema domótico KNX-EIB con la mano de obra y el I.V.A. incluido	9.587,16 €
-----	--	-------------------

PRESUPUESTO TOTAL					
CAPÍTULO	DEFINICIÓN	IMPORTE PARCIAL	SUBTOTAL	SUBTOTAL	TOTAL
1.1	Líneas y canalizaciones	1.414,89 €			
1.2	Mano de obra paleta	1.240,00 €			
TOTAL P. E. M.			2.654,89 €		
GASTOS GENERALES (13 %)			345,14 €		
SUBTOTAL CON GASTOS GENERALES				3.000,03 €	
BENEFICIO INDUSTRIAL 15 %				450,00 €	
PRESUPUESTO DE CONTRATACION (sin I.V.A)					3.450,03 €
I.V.A 21%					724,51 €
PRESUPUESTO PARCIAL					4.174,54 €
INVERSIÓN EN DOMOTICA Z-WAVE PLUS					9.587,16 €
PRESUPUESTO TOTAL					13.761,70 €

En este caso también volveremos a añadir el presupuesto de la instalación eléctrica, ya que se ve significativamente disminuido debido a que los interruptores funcionan sin cables. Además de que el circuito de automatización también quedará eliminado.

Ref.	Nombre	Descripción	Cant.	Precio/U	Precio Total
1.	ELECTRICIDAD				
1.1	INSTALACIÓN DE LÍNEAS ELÉCTRICAS				1.414,89 €
	C-1: Alumbrado	Cable con conductor de cobre de 0,6/ 1kV de tensión asignada, con designación RV-K, tripolar, de sección 3 x 1,5 mm ² , con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	106	1,20 €	127,20 €
EG319324					
	C-2: Tomas de corriente	Cable con conductor de cobre de 0,6/ 1kV de tensión asignada, con designación RV-K, tripolar, de sección 3 x 2,5 mm ² , con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	192	1,51 €	289,92 €
EG319334					
	C-3: Tomas de corriente de cocina y horno	Cable con conductor de cobre de 0,6/ 1kV de tensión asignada, con designación RV-K, tripolar, de sección 3 x 6 mm ² , con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	24	3,45 €	82,80 €
EG319354					

EG319354	C-4: Tomas de corriente Lavadora y lavavajillas	Cable con conductor de cobre de 0,6/ 1kV de tensión asignada, con designación RV-K, tripolar, de sección 3 x 6 mm ² , con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	21	3,45 €	72,45 €
EG319334	C-5: Tomas de corriente para cuartos de baño	Cable con conductor de cobre de 0,6/ 1kV de tensión asignada, con designación RV-K, tripolar, de sección 3 x 2,5 mm ² , con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	53	1,51 €	80,03 €
EG319324	C-6: Circuito adicional para puntos de luz	Cable con conductor de cobre de 0,6/ 1kV de tensión asignada, con designación RV-K, tripolar, de sección 3 x 1,5 mm ² , con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	137	1,20 €	164,40 €
EG319334	C-7: Circuito adicional para tomas de corriente	Cable con conductor de cobre de 0,6/ 1kV de tensión asignada, con designación RV-K, tripolar, de sección 3 x 2,5 mm ² , con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	181	1,51 €	273,31 €

EG319354	C-8: Aire acondicionado	Cable con conductor de cobre de 0,6/ 1kV de tensión asignada, con designación RV-K, tripolar, de sección 3 x 6 mm ² , con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	60	3,45 €	207,00 €
EG319334	C-9: Circuito adicional	Cable con conductor de cobre de 0,6/ 1kV de tensión asignada, con designación RV-K, tripolar, de sección 3 x 2,5 mm ² , con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	0	1,51 €	0,00 €
EG319334	C-10: Circuito adicional para automatismos	Cable con conductor de cobre de 0,6/ 1kV de tensión asignada, con designación RV-K, tripolar, de sección 3 x 2,5 mm ² , con cubierta del cable de PVC, colocado en tubo	78	1,51 €	117,78 €